

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Уральский государственный педагогический университет»
Институт математики, физики, информатики и технологий
Кафедра информатики, информационных технологий и методики обучения
информатике

Система мобильного управления «УМНЫМ ДОМОМ»

*Выпускная квалификационная работа по направлению подготовки «09.03.03
Прикладная информатика» профиль «Прикладная информатика в сервисе»*

Исполнитель: студент группы ПИВС 1501-Z
Института математики, информатики и ИТ
Варов Антон Александрович

Руководитель: к.п.н., доцент кафедры ИКТвО
Кудрявцев А. В.

Работа допущена к защите

« ____ » _____ 2020 г.

Зав. кафедрой _____

Екатеринбург – 2020

Оглавление

Оглавление	2
Введение	4
Глава 1. Анализ существующих систем «Умный дом»	6
1.1. Классификация и концепция системы «Умный дом»	6
Существующие системы умный дом	6
Функции и классификации умного дома	11
Протоколы передачи данных	14
1.2. Выбор методов разработки, материалов и компонентов	19
Выбор методов разработки	19
Выбор материалов и компонентов	20
Сравнение микроконтроллеров разных производителей	23
Компоненты для реализации системы	25
Радио модули	30
План работы системы	34
Выбор среды разработки мобильного приложения	36
1.3. Техническое задание.....	38
Глава 2. Практическая часть	41
2.1. Установка датчиков	41
Подключение датчиков приводов и модулей	41
Сборка и подключение	45
2.2. Инструкции, настройка, применение	48
Настройка Bluetooth модуля HC-05	49
Написание программ для плат	51
Разработка мобильного приложения	59
Тестирование системы.....	62
Заключение.....	65

Список информационных источников.....	68
Приложения	71
Приложение 1. Программа первого микроконтроллера.	71
Приложение 2. Программа первого микроконтроллера.	71
Приложение 3. Программа второго микроконтроллера.....	71
Приложение 4. Программа второго микроконтроллера.....	71
Приложение 5. Программа третьего микроконтроллера.	71
Приложение 6. Программа в MIT App Inventor.	71

Введение

Многие производители бытовых приборов, смартфонов разрабатывают приложения и внедряют системы для удаленного мобильного управления бытовыми приборами. Некоторые производители разрабатывают системы, которые называются «умный дом», в подобных системах реализовано дистанционное управление различными элементами системы и автоматизация самых различных устройств и систем, таких как освещение, климат контроль, автоматическое открывание штор, гаражных дверей и даже роботов пылесосов. Также с каждым днем все популярнее становится концепция интернет вещей.

Подобные решения позволяют сэкономить человеку значительное количество времени, а также значительно повышают уровень комфорта. Данные системы в значительной степени облегчают жизнь дееспособным людям, давая возможность удаленно управлять теми или иными элементами системы. Система климат контроля будет самостоятельно реагировать на изменения температуры и влажности. Автоматизация освещения снизит расходы на электроэнергию. «Умные дома» разрабатывают и проектируют не только энтузиасты, которые хотят повысить уровень комфорта жилья, но и крупные компании, выпускающие универсальные системы «умный дом», обладающие широким выбором устройств. Некоторые компании специализируются на разработке и внедрении «умных домов» на стадии проектирования зданий.

Объект исследования — система мобильного управления «умным домом».

Цель работы: разработать систему для удаленного управления мобильным приложением и микроконтроллером, которая повысит уровень комфорта, будет автоматически управлять некоторыми функциями помещения.

В связи с поставленной целью были определены следующие задачи:

— проанализировать и классифицировать существующие системы «умный дом», и на основе современных решений обосновать необходимость выбора тех или иных компонентов системы;

- рассмотреть существующие системы «умный дом», выделить основные классификации;
- выбрать основные компоненты для реализации системы «умный дом»;
- разработать систему «умный дом» на основе микроконтроллера необходимых датчиков модулей и приводов;
- разработать мобильное приложение для наблюдения за параметрами системы и управления элементами системы;
- написать программу для микроконтроллера, обрабатывающую сигналы с датчиков, автоматизирующую некоторые функции системы.

Для решения поставленных задач были, рассмотрели статьи, описывающие различные особенности разработки управляемых микроконтроллером систем, документацию на выбранную плату и другие компоненты, учебные и методические пособия по данному направлению.

Разрабатываемая система должна соответствовать следующим атрибутам:

- Легко монтируемая;
- Легко настраиваемая;
- Легко эксплуатируема;
- Гибкая;
- Дешевая.

Глава 1. Анализ существующих систем «Умный дом»

1.1. Классификация и концепция системы «Умный дом»

«Умный дом» (Smart house англ.) — система бытовых устройств, способных функционировать без участия человека.

Первой концепцией «Умного дома» является «Дом с кнопками (Push-Button Manor англ.)» который был разработан в 1950 году. Дом был создан американским инженером Эмилем Матиасом, он оснастил дом дистанционным управлением освещения, ворот гаража, штор и бытовыми приборами, кабели, которые связывали элементы системы, были скрыты, а управление осуществлялось с помощью кнопок.

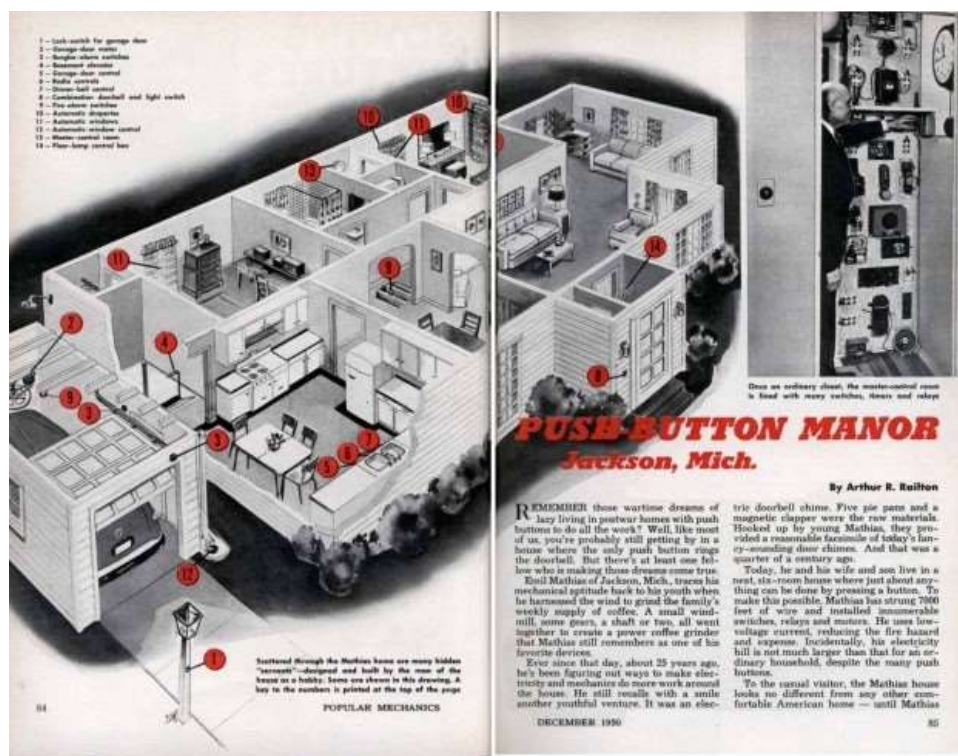


Рисунок 1. «Дом с кнопками (Push-Button Manor англ.)»

Существующие системы умный дом

На сегодняшний день существует множество готовых решений. Рассмотрим некоторые из них:

Ростелеком

Российская компания Ростелеком выпустила свою систему «Умный дом» она состоит из трех комплектов:

- видеонаблюдение, в него входят видеокамера, работающая через Wi-fi;
- второй комплект базовый в него входят микроконтроллер датчики движения и открытия;
- в третий комплект безопасность входят датчики дыма и протечки воды.

Преимущества системы:

- простота настройки и установки.

Недостатки:

- малое оснащение;
- высокая цена, базовый комплект стоит 11 тысяч рублей.

Xiaomi

Система от китайской фирмы Xiaomi является дешевой и простой. Компонентов для сборки системы очень много и что самое главное они продаются отдельно по невысокой цене, благодаря этому пользователь имеет возможность собрать систему под свои нужды.

Преимущества системы:

- низкая цена;
- гибкость.

Недостатки:

- нет русификации;
- требуются переходники для розеток.

Noo Lite Mini Kit

Noo Lite Mini Kit — это простой проект умного дома для управления осветительными приборами, работает от пульта управления или через приложение. Его специализацией является управление осветительными приборами.

Преимущества системы:

— простота настройки и установки.

Недостатки:

— высокая цена, базовый комплект стоит 14 тысяч рублей.



Рисунок 2. Noo Lite Mini Kit.

Ajax Starter Kit+

Ajax Starter Kit+ представляет собой большой комплект, состоящий из трех датчиков движения, трех дверных сенсоров, и двух пультов управления. Его специализацией является обеспечение безопасности дома.

Преимущества системы:

— большая зона действия.

Продукция китайской компании Wulian предлагает центральный Wi-fi контроллер, выполненный в виде вазы, оснащенный датчиком температуры, датчиком дыма. Также в качестве дополнительных функций можно приобрести множество различных компонентов.

Преимущества системы:

— гибкость.

Недостатки:

— неудобное мобильное приложение.

Fibaro

Польская компания Fibaro выпускает устройства с поддержкой Apple HomeKit. В стартовый набор входят датчик уровня освещения, датчик протечки, датчик дыма и герконовый датчик.

Преимущества системы:

— гибкость.

Недостатки:

— цена.



Рисунок 3. Fibaro.

Apple HomeKit

Apple HomeKit предлагает готовые решения и различные датчики для повышения уровня комфорта: автоматизированные осветительные приборы, датчики движения, анализатор воздуха, анализатор расхода воды, погодную станцию, камеру видеонаблюдения и многое другое.

Преимущества системы:

— простота настройки.

Недостатки:

— цена.

Redmond Smart Home

Широкий выбор датчиков и устройств позволяет собрать систему любой сложности. Все оборудование управляется с помощью Bluetooth. Так же Redmond производит большое количество бытовых приборов с функцией удаленного управления, которые могут встраиваться в систему Redmond Smart Home.

Преимущества системы:

— гибкость.

Недостатки:

— малый радиус действия.

Vstarcam

Предлагает небольшой набор, в который входят видеочкамера, датчики движения, дверные сенсоры, лампы, умные розетки. Управление осуществляется с помощью телефона.

Преимущества системы:

— малое количество функций.

Недостатки:

— цена.

Ezviz

Предлагает пользователю комплект, в который входят: контроллер, датчики движения, дверные сенсоры, световой и звуковой сирены, и пульта для дистанционного управления.

Преимущества системы:

— не реагирует на домашних животных;

— дальность действия пульта 80 метров.

Недостатки:

— нет резервного канала связи;

— работает от сети.



Рисунок 4. Ezviz.

Функции и классификации умного дома

Все функции системы «Умного дома» можно условно разделить на следующие категории:

- Электричество и освещение;
- Безопасность;
- Климат контроль;
- Управление бытовыми приборами;
- Мультимедиа.

Уже существующие системы на рынке можно классифицировать по нескольким основным признакам:

- По способу передачи данных;
- По способу управления элементами системы.

Системы по способу передачи данных можно разделить:

- Проводные;
- Беспроводные;
- Смешанные.

Системы по способу управления можно разделить:

- Централизованные;
- Децентрализованные.

По протоколу передачи данных:

- X10
- 1-Wire
- ZigBee
- Z-Wave
- KNX
- Wi-fi
- Bluetooth
- Insteon

Проводные системы

Все элементы системы будут соединены проводной информационной шиной, по которой будет проходить сигнал для управления элементами системы. В роли информационной шины могут выступать специальные кабели.

Достоинства:

- Быстрое время отклика.

Недостатки:

- Сложность монтажа.

Беспроводные системы

В данных системах все элементы системы будут соединены с помощью радиоканала или сети «Интернет». В роли радиоканала могут выступать: Bluetooth или Wi-fi.

Достоинства:

- Цена;
- Простота монтажа.

Недостатки:

- Высокая зависимость от качества связи.

Смешанные системы

В смешанных системах элементы системы могут быть связаны друг с другом с помощью проводной информационной шины и радиоканала, при этом наследуя недостатки и достоинства беспроводной и проводной передачи данных.

Централизованные системы

Всеми элементами централизованной системы датчиками, приводами управляет центральный микроконтроллер. К центральному микроконтроллеру подключаются все остальные элементы системы. В большинстве случаев централизованные системы являются проводными.

Достоинства:

- Цена.

Недостатки:

- При выходе из строя центрального микроконтроллера вся система перестанет функционировать.

Децентрализованные системы

В данных системах в большинстве случаев каждый элемент системы имеет собственный микроконтроллер. В децентрализованной системе отсутствует необходимость связывать абсолютно все элементы системы. Связаны должны быть лишь только те элементы системы, которые не могут нормально функционировать без данных другого элемента системы, например: система климат контроля не сможет нормально функционировать, если датчики температуры и влажности не будут связаны с приводами, которые открывают окна и управляют увлажнителем.

Достоинства:

- Надежность системы (если выйдет из строя элемент системы, не связанный с другими элементами системы, то оставшиеся элементы системы продолжат функционировать).

- Легкость модернизации.

Недостатки:

- Цена

Вывод

Рассмотренные концепции не охватывают все существующие системы «Умный дом», но вышеперечисленные признаки являются основными признаками, по которым можно классифицировать «Умные дома».

Протоколы передачи данных

На сегодняшний день существует множество протоколов передачи данных используемых в системе «умный дом». Перечислим некоторые из них.

1-Wire

Магистралью для передачи данных выступает двунаправленная информационная шина. Вся система передает данные по единственной информационной шине. В большинстве случаев всеми компонентами системы управляет компьютер реже микроконтроллер, для подключения к компьютеру используются специальный переходник.

Достоинства:

— Цена.

Недостатки:

— Низкая отказоустойчивость (если использовать в роли информационной шины провод плохого качества, система).

X10

Стандарт X10 был разработан в 1975 году. Несмотря на возраст, активно используется при проектировании «умных домов». В магистральной для передачи данных используется электропроводка. Для управления беспроводными устройствами используются, они преобразуют сигнал от беспроводных устройств и передают, а электрическую сеть. В частности трансиверы используют для взаимодействия с пультами дистанционного управления и датчиками. Для протокола передачи данных X10 можно приобрести множество

модулей, при правильной сборке системы можно автоматизировать освещение, управлять системой безопасности, так же систему можно подключить к теплице и она будет осуществлять автоматический полив растений. Для корректной работы системы основанной на протоколе передачи данных X10 нужны специальные микроконтроллеры.

Достоинства:

— Универсальность;

— Цена.

Недостатки:

— Низкая скорость передачи данных, задержка может быть больше 1 секунды;

— Сложность монтажа.



Рисунок 5. Комплект, для автоматизации освещения работающий на протоколе X10.

KNX

В качестве магистрали для передачи данных может использовать проводную информационную шину данных (витая пара или электрическая сеть), или радиоканал. Стандарт KNX отличается большим количеством функций, а так же сложность проектирования и монтажа. Стандарт KNX позволяет реализовывать децентрализованные системы «умный дом» в них компоненты системы взаимодействуют напрямую. Протокол передачи данных KNX позволяет объединить очень большое количество устройств, до 58000.

Достоинства:

- Подходит для очень больших зданий;
- Большое количество функций.

Недостатки:

- Очень дорогой;
- Сложность монтажа.

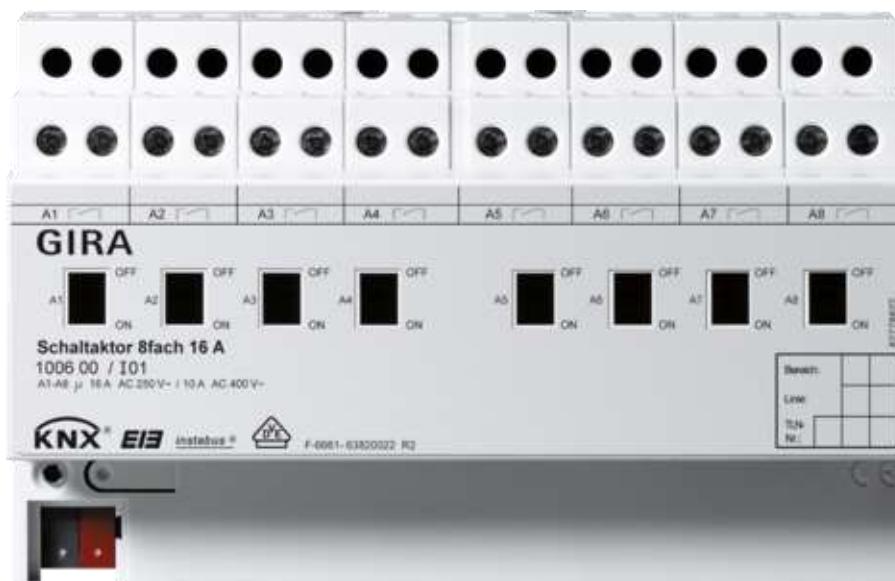


Рисунок 6. Исполнительное устройство Giro KNX.

ZigBee

Позволяет создавать датчики с низким энергопотреблением. Компоненты систем, использующие протокол передачи данных ZigBee можно разделить на три типа:

- Координаторы, управляют сетью;
- Маршрутизаторы, направляют сигналы, питают остальные устройства;
- Конечные устройства, в основном датчики, приводы, контроллеры.

Системы «умный дом» построенные на протоколе передачи данных ZigBee, в большинстве случаев являются децентрализованными, что в свою очередь способствует высокой отказоустойчивости.

Достоинства:

— При правильном проектировании можно использовать в больших зданиях;

— Быстродействие.

Недостатки:

— Устройства разных производителей в большинстве случаев не совместимы;

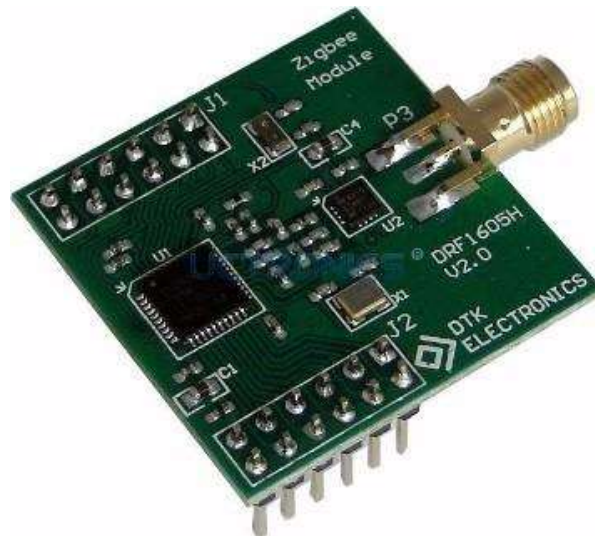


Рисунок 7. Контроллер Z-Wave.

Z-Wave

Z-Wave это протокол беспроводной связи. Как и ZigBee позволяет разрабатывать устройства с низким энергопотреблением. Разработчики Z-Wave серьезно относятся к стандартизации вследствие этого, все устройства использующие протокол передачи данных Z-Wave совместимы.

Достоинства:

— Простота монтажа;

— Все устройства использующие протокол передачи данных Z-Wave совместимы.

Недостатки:

— Цена.

Insteon

Протокол передачи данных Insteon позволяет передавать данные, как по электросети, так и с помощью радиоканала, при этом оба канала могут функционировать одновременно. В отличие от протокола передачи данных X10, скорость передачи данных значительно выше. Так же совместим с некоторыми устройствами использующими протокол передачи данных X10. Insteon был разработан в Соединенных Штатах Америки. Как и Z-Wave разработчики серьезно относятся к стандартизации.

Достоинства:

— Совместимость;

Недостатки:

— Доступность, большинство устройств использующих протокол передачи данных Insteon, производятся в Соединенных Штатах Америки.



Рисунок 8. Комплект «умный дом» Insteon.

Bluetooth

Bluetooth (от слов англ. blue — синий и tooth — зуб) — производственная спецификация персональных сетей. С помощью Bluetooth можно осуществлять передачу данных между самыми разными устройствами. Принцип действия Bluetooth основан на использовании радиоволн. При включении Bluetooth активируется радиопередатчик, который работает в ограниченном диапазоне

частот в районе 2,4 ГГц. Эта часть спектра называется ISM — Industry, Science and Medicine. При этом данные передаются по специальному алгоритму FHSS — Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS, обеспечивает устойчивость к широкополосным помехам. Некоторые производители «умных домов» используют Bluetooth для передачи данных между компонентами системы. Но наиболее популярен Bluetooth среди энтузиастов проектирующих и разрабатывающих собственные системы «умный дом».

Достоинства:

— Простота настройки;

— Цена.

Недостатки:

— Малый радиус действия.

Wi-fi

Пожалуй, одним из самых распространенных способов передачи данных является Wi-fi. Wi-fi от англ. (Wireless Fidelity, что означает «беспроводная передача данных» или «беспроводная точность») — технология беспроводной локальной сети. Wi-fi широко используется производителями систем «умный дом». Также Wi-fi наиболее популярен среди энтузиастов проектирующих и разрабатывающих собственные системы «умный дом». Wi-fi модули обладают не высокой ценой и легкодоступны.

Достоинства:

— Скорость передачи данных;

— Цена.

1.2. Выбор методов разработки, материалов и компонентов

Выбор методов разработки

Выбор методов разработки, материалов и компонентов является одним из основных этапов разработки системы «Умный дом». При разработке системы,

прежде всего, необходимо руководствоваться требованиями заказчика и списком требований пользователей системы, и уже на основе требований заказчика и списка потребностей пользователей выбрать функционал системы и только затем метод управления и метод передачи данных.

Исходя из требований заказчика, и анализа потребностей пользователей системы был сформирован список необходимых функций системы «Умный дом»:

- Автоматизация и удаленное управление освещением;
- Автоматизация и удаленное управление климат контролем;
- Удаленное управление бытовыми приборами (Электрический чайник, а также ванной)

Основываясь на списке требований и анализе потребностей, а также приняв в расчет особенности помещения, было принято решение о разработке системы с децентрализованным методом управления и смешанным методом передачи данных.

Выбор материалов и компонентов

На этапе проектирования системы было принято решение не использовать готовые системы, а разработать систему с помощью готовых аппаратно-программных средств. На сегодняшний день одним из самых популярных аппаратно-программных средств является Arduino. С ростом популярности Arduino все больше и больше производитель начали производить платы. Перечислим и приведем характеристики некоторых из них.

Teensy 3.5

Teensy 3.5 главной особенностью данной платы является высокопроизводительный микроконтроллер 32-bit 120 MHz ARM-процессор Cortex-M. Выбираемое рабочее напряжение (3.6 / 6 Вольт). Teensy 3.5 совместим с большинством модулей расширения, а также микроконтроллер совместим со средой программирования Arduino IDE.



Рисунок 9. Teensy 3.5

Raspberry Pi Zero

Основой Raspberry Pi Zero является 64-bit четырехъядерный ARM-процессор Broadcom BCM2835 с тактовой частотой 1 ГГц. Данный микроконтроллер был разработан, английской компанией «Raspberry Pi Foundation». Имеет 40 портов ввода-вывода. Выбираемое рабочее напряжение (3.3 / 5 Вольт). Raspberry Pi не совместим с Arduino. Исключительной особенностью Raspberry Pi является то, что микроконтроллер в основном работает на операционных системах, основанных на Linux ядре, но также возможна установка Windows 10 IoT.

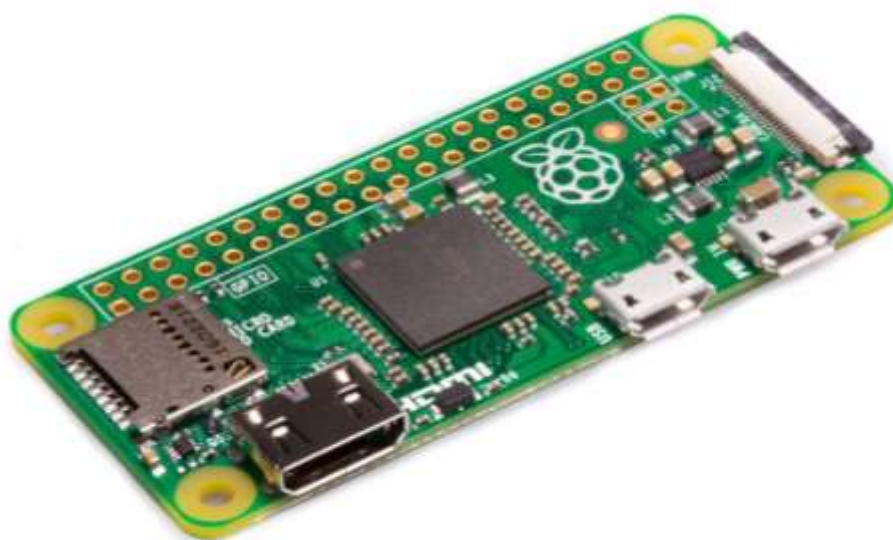


Рисунок 10. Raspberry Pi Zero

Particle Photon

Исключительной особенностью Particle Photon является то, что микроконтроллер готов к мобильному управлению, также плата умеет сбрасывать данные с сенсоров в сетевое хранилище. Основой Particle Photon является 32-bit 120 MHz ARM-процессор Cortex-M. Имеет 14 портов ввода-вывода. Выбираемое рабочее напряжение (3.6 / 6 Вольт). Плата не совместима с Arduino.

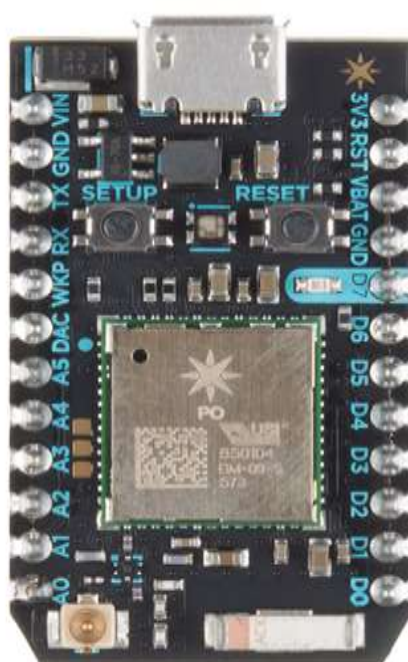


Рисунок 11. Particle Photon

Arduino Nano Every

Основой Arduino Nano Every является 8-bit Microchip ATmega4809 16 MHz. Микроконтроллер имеет 20 портов ввода-вывода. Выбираемое рабочее напряжение (3.3 / 5 Вольт).[5]

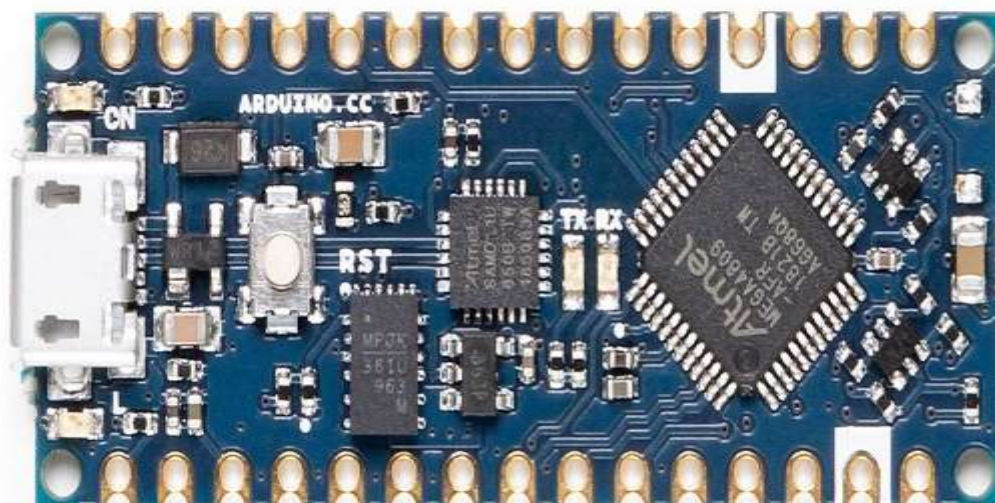


Рисунок 12. Arduino Nano Every

Сравнение микроконтроллеров разных производителей

Среди всех ранее представленных плат нужно выбрать ту которая будет удовлетворять заданным критериям размер, цена, настройки, а также стоимость модулей и сенсоров.

На сегодняшний день Arduino UNO одна из самых часто используемых в подобных проектах плат, она выступит эталоном в сравнении характеристик.

Характеристики	Arduino UNO	Arduino Nano Every	Particle Photon	Raspberry Pi Zero	Teensy 3.5
Цена руб.	1 790	990	3 140	2 190	2 590
Размеры мм.	69×53	45×18	36×20	66×32	62×18
Микроконтроллер	ATmega328p	Microchip ATmega4809	ARM Cortex-M3	Broadcom BCM2835	ARM Cortex-M4
Частота МГц	16	16	120	1 000	120
FLASH	32 КБ	48 КБ	1 МБ	microSD -	512 КБ

память				карта	
SRAM память	2 КБ	6 КБ	128 КБ	512 МБ	192 КБ

Таблица 1. Сравнительная таблица характеристик плат.

Изучив таблицу 1, можно заметить, что самой производительной платой является Raspberry Pi Zero, но она не удовлетворяет двум очень важным критериям: цене и размерам, также следует принять во внимание отсутствие Flash память, что в итоге повлияет на конечную цену данного продукта. Несмотря на достоинства данной платы, следует рассмотреть платы от других производителей.

Particle Photon является одной из самых малогабаритных плат, цена является ее главным недостатком, в связи с этим было принято решение рассмотреть другие варианты.

Teensy 3.5 основой которой является микроконтроллер ARM Cortex-M4 обладает не плохой мощностью, но при этом она является одной из самых больших плат среди перечисленных представленных, а также обладает высокой ценой.

В сравнении с Arduino UNO вышеперечисленные платы обладают меньшими размерами, но при этом более высокой стоимостью. Обладая более низкой производительностью в сравнении с представленными ранее платами мощности Arduino UNO, будет более чем достаточно для реализации разрабатываемой системы.

В основу разрабатываемой системы войдет Arduino Nano Every, так как она удовлетворяет двум крайне важным критериям: цене и размеру. Мощности Microchip ATmega4809 будет вполне достаточно для реализации разрабатываемой системы, также датчики и приводы для данной платы обладают низкой стоимостью и что немаловажно обладают невысокой ценой.

Для работы с Arduino Nano Every необходимо подключить плату к компьютеру посредством «mini USB type B» кабеля или подать питание при помощи адаптера AC/DC. Все платы серии Arduino Nano реализованы в формате MKR. В отличие от Arduino Nano, в основе которого лежит Microchip ATmega328p, Arduino Nano Every разработан на базе более производительного микроконтроллера Microchip ATmega4809.[5]

Компоненты для реализации системы

В Российских рамках стандартизации датчик является средством измерений. Датчики по своему назначению близки к измерительным приборам, однако показания приборов воспринимаются, как правило, напрямую, в то время как показания датчиков нуждаются в преобразовании в форму, в которой измерительная информация будет понятна человеку.

Для формирования списка необходимых датчиков нужно обратиться к списку требований заказчика и анализу потребностей пользователей системы, исходя из требований, необходимо составить список необходимых компонентов для реализации системы:

- Датчик температуры и влажности;
- Датчик движения;
- Приводы для управления окном;
- Электрокраны для ванной;
- Реле;
- Радио модули.

Датчик температуры и влажности

Основой климат контроля является датчик температуры и датчик влажности. Контроль климата является неотъемлемой частью системы «умный дом». «В повседневной жизни влажность выступает немаловажным параметром, от степени влажности воздуха немало зависит наше самочувствие. Особенно чувствительными к влажности являются метеозависимые люди,

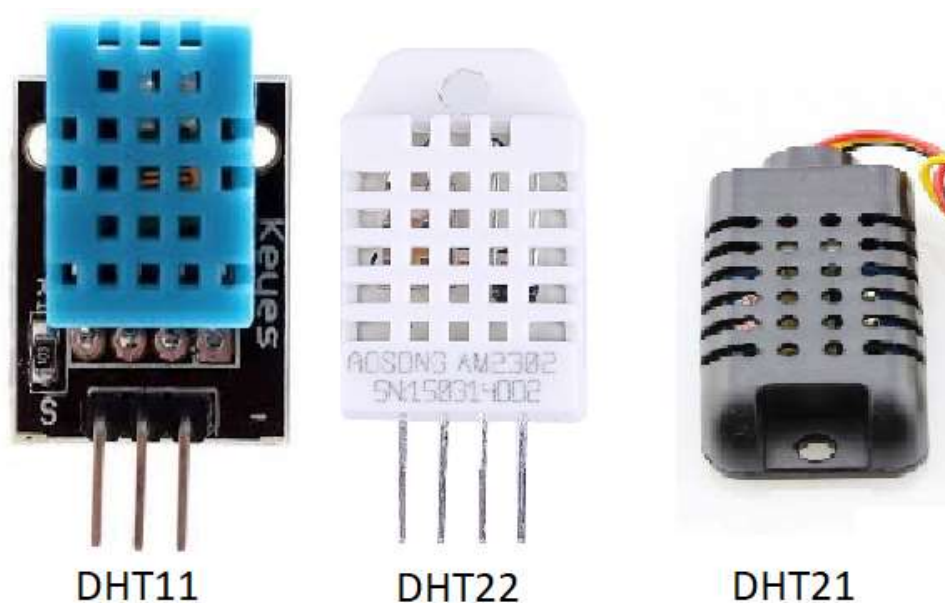
а также люди, страдающие гипертонической болезнью, бронхиальной астмой, заболеваниями сердечнососудистой системы».[19, с. 28.]

Для разрабатываемой системы был выбран датчик DHT11. Датчик DHT11 состоит из двух частей из гигрометра и емкостного датчика температуры. Гигрометр измеряет влажность воздуха. Также в датчике присутствует контроллер, который выполняет аналого-цифровые преобразования для передачи цифрового сигнала на микроконтроллер. В серии датчиков DHT присутствуют три модели датчиков. Они представлены в таблице 2. [23]

Датчик	Определение влажности в % и погрешность в RH	Определение температуры и погрешности в °C	Частота опроса в секунду
DHT11	20-80, ± 5	от 0 до 50, ± 2	1
DHT21	0-100, ± 2	от -40 до +80, $\pm 0,5$	1, 2
DHT22	0-100, ± 2	от -40 до +125, $\pm 0,5$	1, 2

Таблица 2. Погрешность и характеристики датчиков DHT.

Погрешность влажности измеряется в Relative Humidity (RH) это величина, показывающая насколько далек пар от насыщения.



Датчик движения

В том случае, когда необходимо автоматизировать освещение, но только в присутствии человека можно использовать датчик движения.

Рассмотрим основные сферы датчиков движения:

- в охранных системах;
- в системах контроля доступа;
- в сигнализациях;
- в системах «умный дом» для активации различных систем и устройств.

Существует множество видов датчиков движения:

- Инфракрасные датчики движения;
- Ультразвуковые датчики движения;
- Микроволновые датчики движения;
- Комбинированные датчики движения.

Инфракрасные датчики движения реагируют на инфракрасное излучение объекта в зоне видимости датчика. Инфракрасное излучение попадает на сенсор через специальную линзу, например, линзу Френеля, количество линз влияет на чувствительность датчика, также важную роль играет площадь поверхности линзы, чем больше площадь поверхности, тем больше зона видимости датчика. [18, с. 110.]

Достоинства:

- Возможность регулировать дальность и угол обнаружения объектов;
- Безопасен для здоровья человека и домашних питомцев, так как работает как приемник.
- Может использоваться вне помещений, так как реагирует только на объекты, имеющие собственную температуру.

Недостатки:

- Возможны ложные срабатывания, это связано с тем, что датчик реагирует на любые инфракрасные излучения;
- Воздействие окружающих факторов (прямой солнечный свет, осадки) снижает точность при использовании на улице;
- Небольшой диапазон рабочих температур;
- Не обнаруживает объекты, облаченные в материалы, не пропускающие инфракрасное излучение.

Ультразвуковые датчики движения работают с помощью эхо локации. Ультразвуковой датчик отправляет ультразвуковые волны и принимает отраженные ультразвуковые волны, при этом подсчитывая время возврата, если время возврата ультразвуковых волн уменьшается, то это значит, они отразились от появившегося объекта в зоне видимости датчика. Ультразвуковые датчики широко применяются в автомобильной промышленности.

Достоинства:

- Цена;
- Не подвергается влиянию окружающей среды;

Недостатки:

- Небольшой радиус действия;

Микроволновые датчики

Работа микроволновых датчиков основана на взаимодействии микроволновых волн с твердыми телами и эффекте Доплера (изменение частоты волн при взаимодействии с движущимися объектами).

Достоинства:

- Не зависит от условий окружающей среды;
- Реагирует даже на самые незначительные движения;
- Малый размер.

Недостатки:

- Высокая стоимость;

Комбинированные датчики движения

Совмещают в себе несколько технологий обнаружения. Подобные датчики обладают высокой продуктивностью. Например, датчик движения Satel GREY, он совмещает в себе инфракрасный и микроволновый сенсор.



Рисунок 14. Датчик движения Satel GREY.

Для разрабатываемой системы был выбран датчик HC-SR501.

HC-SR501 оснащен линзой Френеля, которая фокусирует инфракрасные сигналы на пироэлектрический инфракрасный датчик 500BP, который в свою очередь регистрирует инфракрасное излучение объекта. Датчик регистрирует объект пока объект находится в зоне видимости датчика.



Рисунок 15. Датчик движения HC-SR501.

Радио модули

«Существует огромное количество способов передачи данных по радиоканалу. С некоторыми из них вы сталкиваетесь очень часто: это, прежде всего мобильная связь и Wi-Fi. Несомненно, знаком вам также и интерфейс Bluetooth — беспроводная замена последовательного порта в мобильных и планшетах». [17, стр. 179]

Передачу данных можно осуществить с помощью RF модулей. RF модули работают в диапазоне ультракоротких радио волн (от 30 МГц до 3000 ГГц). Например, RF модуль NRF24L01 с дальностью связи до 100 метров, в помещении 30 метров, так же может работать на частоте 2,4ГГц, имеет 128 каналов с шагом 1МГц.

Так же передавать данные можно с помощью Wi-fi. В качестве примера можно привести Wi-fi модуль ESP-01. Wi-fi модуль ESP-01 может работать на частоте 2.4 ГГц. ESP-01 может работать автономно, для автономной работы необходимо настроить микроконтроллер с помощью AT-команд.[16]

Также управление системой можно осуществлять с помощью мобильной сети, а именно смс кодами. Для этого можно приобрести GSM или GPRS модули. GSM (от названия группы Groupe Special Mobile) - глобальный стандарт цифровой мобильной сотовой связи с разделением каналов по времени

(TDMA) и частоте (FDMA). Стандарт GPRS (от англ. General Packet Radio - пакетная радиосвязь общего использования). Это надстройка над технологией мобильной связи GSM, осуществляющая пакетную передачу данных. Примером GSM модуля может являться SIM800L.

Bluetooth обладает меньшей скоростью передачи данных и радиусом действия в сравнении с Wi-fi (скорость последовательного порта по умолчанию 9600 бод Bluetooth, против 115200 бод Wi-fi Бод — единица измерения символьной скорости). В отличие от Bluetooth, Wi-fi нуждается в тонкой предварительной настройке. Для разрабатываемой системы было принято решение использовать Bluetooth модуль HC-05, так как скорость передачи данных является приемлемой, и радиус действия удовлетворяет требованиям системы.[9]

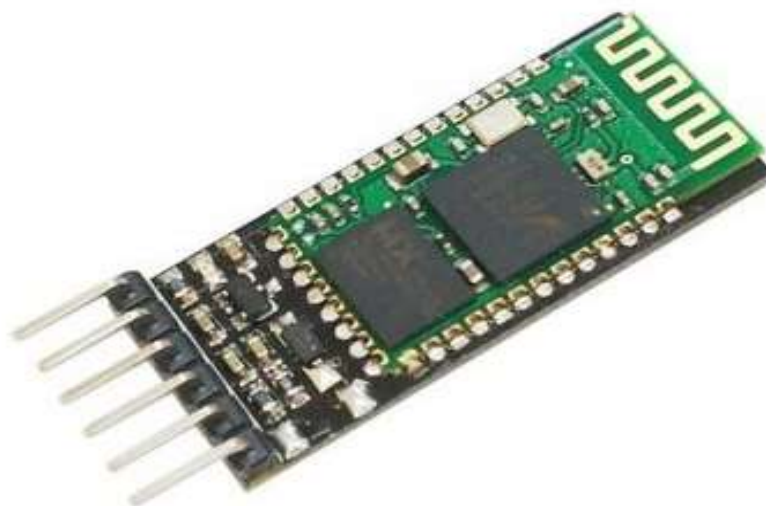


Рисунок 16. Bluetooth модуль HC-05.

Приводы

В разрабатываемой системе будут использоваться сервоприводы для управления окном и для включения удаленного включения чайника.

Для соблюдения техники пожарной безопасности было принято решение не нарушать целостность конструкции электрического чайника, внедрение микроконтроллера и датчиков в конструкцию чайника может привести к

выходу из строя установленных в нем производителем систем противопожарной безопасности, также не будут нарушены условия гарантии.

Для управления чайником был выбран сервопривод Tower Pro 9G SG90.



Рисунок 17. Tower Pro 9G SG90.

Для управления окном был выбран цепной электропривод Maxbar Smart Sintesi 2000. Управление цепным электроприводом осуществляется подачей напряжения на нужный контакт:

- 1 – GND;
- 2 – 230 вольт для закрытия окна;
- 3 – 230 Вольт открытие окна на 250 миллиметров;
- 4 – 230 Вольт открытие окна на 380 миллиметров.



Рисунок 18. Цепной электропривод Maxbar Smart Sintesi 2000.

Реле

«Реле (от фр. relais) — электрическое или электронное устройство (ключ), предназначенное для замыкания и размыкания различных участков электрических цепей».[18, стр. 63]

Реле используются для управления приборами или устройствами, работающими от высокого напряжения. Одним из самых распространённых являются электромагнитные реле.

В разрабатываемой системе реле выполняет ключевую функцию, реле позволяет управлять освещением, цепным электроприводом окна и электрическим краном. На сегодняшний день производители добавляют в реле дополнительные датчики, так же можно приобрести реле с различным количеством каналов.



Рисунок 19. Реле.

В разрабатываемой системе будут использоваться двухканальное реле SRD-05DC-SL, и одноканальное реле SRD-05VDC-SL. [11]

Электрический водопроводный клапан

Одной из функций разрабатываемой системы будет являться управление ванной. Для контроля подачи воды будет использоваться Электрический водопроводный клапан NTM8078M. Электрический водопроводный клапан можно использовать при температуре воды не более 130 °С. Управление электрическим водопроводным клапаном осуществляется подачей напряжения на контакт:

- 1 – GND;
- 2 – 220 Вольт открывает клапан.



Рисунок 20. Электрический водопроводный клапан NTM8078M.

План работы системы

Система будет состоять из трех подсистем, в основу каждой подсистемы входит плата Arduino Nano Every:

— Первая подсистема отвечает за климат контроль. Подсистема включает в себя: плату Arduino Nano Every, датчик температуры и влажности DHT11, двухканальное реле, цепной электропривод окна Maxbar Smart Sintesi 2000, а также Bluetooth модуль HC-05;

— Вторая подсистема управляет освещением в ванной комнате и ванной. Подсистема включает в себя: плату Arduino Nano Every, датчик движения HC-SR501, два электрических водопроводных клапана NTM8078M, двухканальное реле, одноканальное реле, и Bluetooth модуль HC-05;

— Третья подсистема отвечает за управление чайником. Подсистема включает в себя: плату Arduino Nano Every, сервопривод Tower Pro 9G SG90, реле, датчик движения HC-SR501, а также Bluetooth модуль HC-05.

Управление осуществляется с помощью мобильного приложения, установленного на смартфон с операционной системой Android. Мобильное приложение осуществляет отправку команд для управления необходимыми функциями, также мобильное приложение принимает данные от подсистем.

Также следует рассмотреть возможности платы входы, выходы алгоритмы подключения модулей.

Arduino Nano Every на базе ATmega 4809 имеет следующие входы и выходы:

- 2 UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter): 0 RX и 1 TX, служат для коммуникации с компьютером по последовательному интерфейсу, для работы с этим входом/выходом можно использовать методы библиотеки Serial;

- SPI (Serial Peripheral Interface): 10 SS, 11 MOSI, 12 MISO, 13 SCK, используются для работы с периферийными устройствами по интерфейсу SPI (например, сдвиговым регистром 74HC595), для работы с этим входом/выходом можно использовать библиотеку SPI;

- TWI/IIC (Inter-Integrated Circuit): A4 SDA, A5 SCL, для работы с периферийными устройствами по интерфейсу ИС, для работы с этим входом/выходом можно использовать библиотеку Wire;

- A0-A7: являются аналого-цифровыми портами. Они позволяют представить аналоговое напряжение в цифровом виде;

- 3, 5, 6, 9, 10, 11: позволяют представить аналоговое напряжение в виде ШИМ (Широко Импульсная Модуляция) сигнала;

- VIN: входной порт для подключения внешнего источника питания от 5 до 12 Вольт от разъема mini USB;

- 5V: выходной порт от регулятора напряжения (5 Вольт);

- 3V3: выходной порт от регулятора напряжения (3.3 Вольт);

- GND: земля;

- AREF: Порт для подключения внешнего опорного напряжения АЦП относительно, которого происходят аналоговые измерения при использовании функции `analogReference()` с параметром «EXTERNAL». [5]

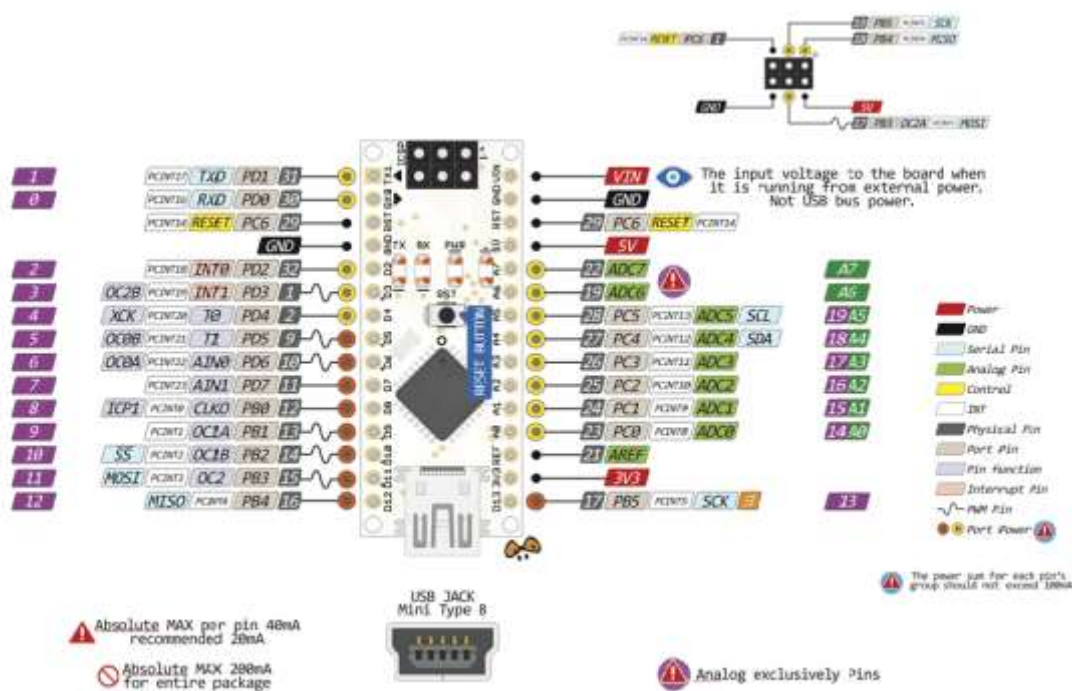


Рисунок 21. Arduino Nano Every.

Выбор среды разработки мобильного приложения

Выбор среды разработки является одним из самых важных этапов проектирования системы, неправильный выбор среды разработки может обернуться серьезными временными затратами, еще от среды разработки зависит сложность модернизации системы. В качестве среды разработки были рассмотрены не только традиционные интегрированные среды разработки (IDE), но и различные онлайн сервисы для разработки мобильных приложений.

Android Studio — это интегрированная среда разработки для работы с платформой Android, разработчиком данной среды является Google. В Android Studio встроен эмулятор, который позволяет проверить работу приложения на устройствах с разными экранами, еще одной особенностью Android Studio является возможность оценить приблизительные показатели производительности приложения при запуске на различных устройствах. [1, с. 490.]

Разработка мобильного приложения в онлайн сервисе значительно отличается от создания приложения в интегрированной среде разработки. Онлайн сервисы предлагают пользователю собрать интерфейс, а

программирование осуществляется с помощью блоков. Главное достоинство онлайн сервисов заключается в простоте и скорости разработки. Главным недостатком является малое количество функций.

MIT App Inventor — бесплатный онлайн сервис для разработки мобильных приложений для Android. Разработчик: Massachusetts Institute of Technology. Разработка



Рис. 22. MIT App Inventor.

Thunkable — бесплатный онлайн сервис для разработки мобильных приложений для Android и IOS. Разработчик: Thunkable. Данный сервис предлагает пользователю множество шаблонов для приложений, которые способны сократить время разработки приложения.

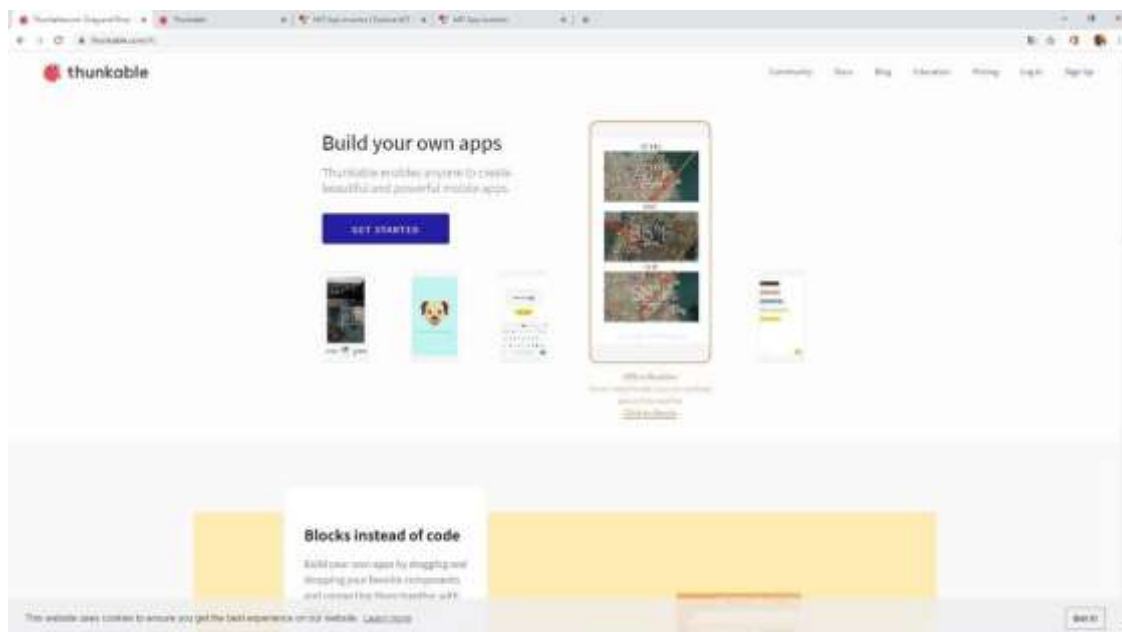


Рис. 22. Thunkable.

Для разработки мобильного был выбран MIT App Inventor, так как его функционала будет вполне достаточно для реализации мобильного приложения, а также в случае модернизации системы добавить новые функции в приложение не составит труда.

1.3. Техническое задание

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

**на разработку информационной системы обеспечения безопасности
жилья на основе микроконтроллера и датчиков.**

Составлен на основе ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы»

1. Общие сведения.
 1. Название организации-заказчика.
ИП «Варовин С.Н.».
 2. Название продукта разработки (проектирования).
Мобильное управление умным домом.

3. Назначение продукта.

Автоматизация и управление бытовыми приборами.

4. Плановые сроки начала и окончания работ.

Начало работ по созданию системы – осень 2019. Конец работ по созданию системы – конец зимы 2020.

2. Характеристика области применения продукта.

1. Процессы и структуры, в которых предполагается использование продукта разработки.

Автоматизация и управление бытовыми приборами.

2. Характеристика персонала (количество, квалификация, степень готовности).

Персонал должен состоять из одного человека квалификации пользователь. (Программист – при изменении, модификации программы).

3. Требования к продукту разработки.

1. Требования к продукту в целом.

Простота установки, настройки. Цена. Гибкость и простота модернизации.

2. Аппаратные требования.

Микроконтроллер, датчики и смартфон.

3. Указание системного программного обеспечения (операционные системы, браузеры, программные платформы и т.п.).

Windows, Arduino IDE, Google Chrome.

4. Указание программного обеспечения, используемого для реализации.

Windows, Arduino IDE, Google Chrome.

5. Для сетевых систем – особенности реализации серверной и клиентской частей.

Команды, передаваемые по Bluetooth.

6. Форматы входных и выходных данных

Входные данные: показатели датчиков, команды владельца.

Выходные данные: показатели датчиков, активные и сработавшие датчики.

7. Источники данных и порядок их ввода в систему (программу), порядок вывода, хранения.

Мобильное приложение и датчики системы.

8. Порядок взаимодействия с другими системами, возможности обмена информацией.

Прием и передача команд для управления системой.

9. Меры защиты информации.

Код микроконтроллера изменяется только непосредственно при физическом контакте с подключением платы к компьютеру, запрос пароля при подключении к системе.

4. Требования к пользовательскому интерфейсу.

1. Общая характеристика пользовательского интерфейса.

Получение состояния, находясь непосредственно рядом с системой (не более 20 метров).

2. Размещение информации на экране, дизайн экрана.

Кнопки в приложении управляющие функциями системы.

3. Особенности ввода информации пользователем, представление выходных данных.

Управление системой осуществляется с помощью мобильного приложения.

5. Требования к документированию.

1. Перечень сопроводительной документации.

Общая информация.

2. Требования к содержанию отдельных документов.

Понятность разъяснения.

6. Порядок сдачи-приемки продукта.

Сдача документации. Сдача готового продукта.

Глава 2. Практическая часть

2.1. Установка датчиков

Подключение датчиков приводов и модулей

Датчики, подключаемые, к Arduino взаимодействуют с окружением, анализируют окружение, проводят замеры. Приводы ждут команды платы на включение. Большинство датчиков и приводов имеют три входа: земля, цифровой или аналоговый порт для передачи сигнала, и напряжение. Для наглядности схем можно использовать программу Fritzing, данный онлайн сервис позволяет построить наглядную схему подключения датчиков, приводов, модулей и плат расширения к плате.

Начнем подключение с датчика температуры и влажности DHT11. DHT11 имеет 3 выхода:

- GND (земля);
- DATA;
- VCC;

Выход DATA предназначен для передачи данных о температуре и влажности на плату для дальнейшей обработки, он будет подключен в 8 порт. Выход VCC необходимо подключить в напряжение, требуемое напряжение DHT11 5 Вольт. [5]

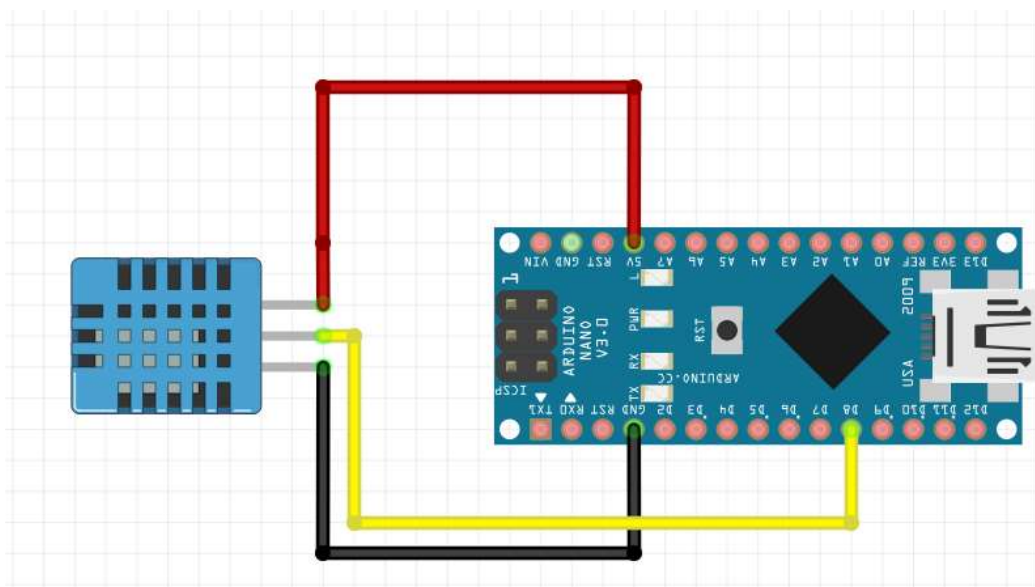


Рис. 23. Подключение DHT11.

Датчики модели DHT совместимы со всеми платами Arduino. Выходом датчика является цифровой сигнал. Передача данных с датчика происходит следующим образом:

1. Микроконтроллер на некоторое время устанавливает сигнальную линию в ноль, затем в единицу;
2. Датчик подтверждает готовность к передаче данных аналогичным образом;
3. Затем датчик передает последовательность нулей и единиц, последовательно формирующих 5 байт (В первых двух байтах показатели температуры, третий и четвертый влажность воздуха, пятый байт контрольная сумма для проверки показаний микроконтроллером). [23]

Датчик HC-SR501 отслеживает инфракрасное излучение человека в зоне видимости. Датчик имеет три входа:

- GND;
- OUT;
- VCC.

Выход OUT предназначен для передачи данных о температуре и влажности на плату для дальнейшей обработки, он будет подключен в 8 порт.

Выход VCC необходимо подключить к напряжению, требуемое напряжение 3.3 Вольт.

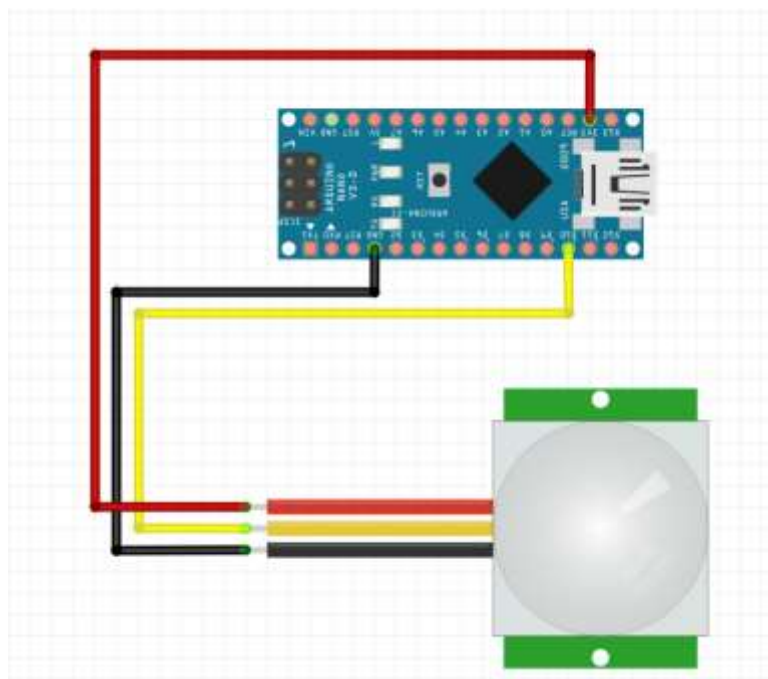


Рис. 24. Подключение HC-SR501.

Реле соединяет,/разъединяет электрическую цепь. С помощью реле можно управлять высоковольтными электрическими приборами. Реле — это переключатель, который электрически приводится в действие электромагнитом. Электромагнит активируется с помощью низкого напряжения, например, 5 Вольт от микроконтроллера, и он тянет контакт, чтобы создать или разорвать цепь высокого напряжения. Двухканальное реле подключается аналогичным образом. Но в двухканальном реле имеется дополнительный цифровой выход, благодаря которому осуществляется управление вторым каналом. [16]

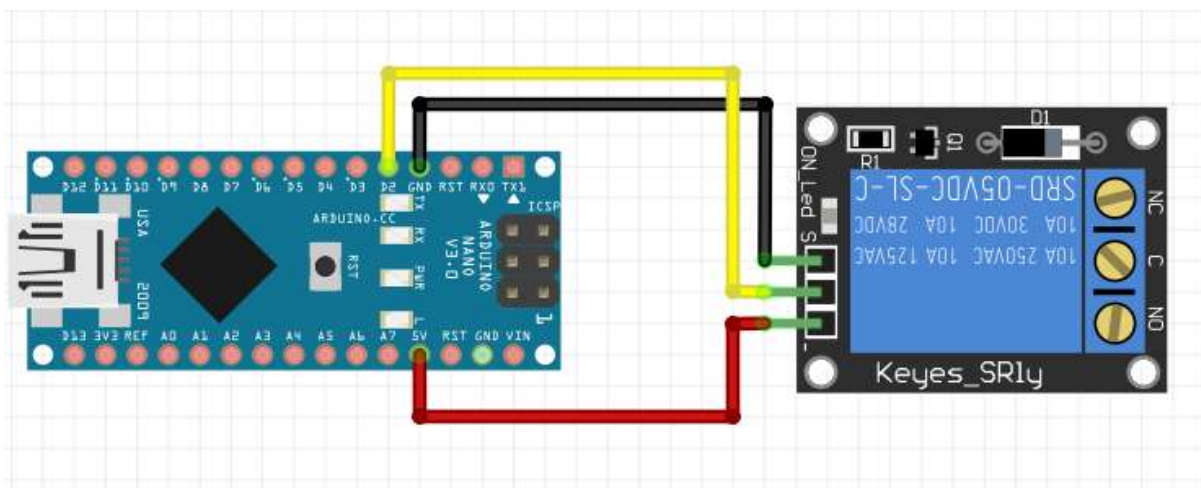


Рис. 25. Подключение SRD-05VDC-SL.

Подключение Tower Pro 9G SG90 подключается, как и большинство датчиков.

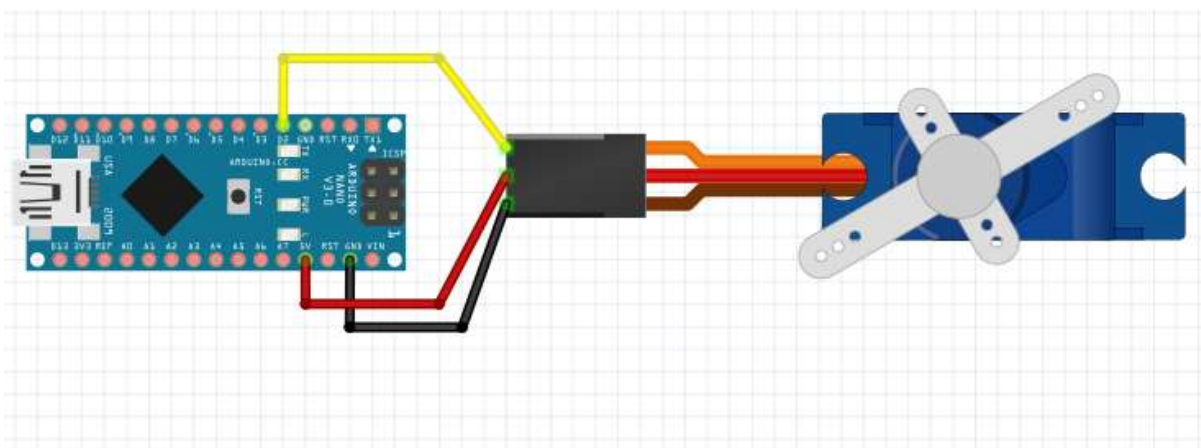


Рис. 26. Подключение Tower Pro 9G SG90.

Bluetooth модуль HC-05 подключается с помощью UART портов RX и TX. Порт Key нужен для перепрограммирования модуля, State передает данные о состоянии модуля.

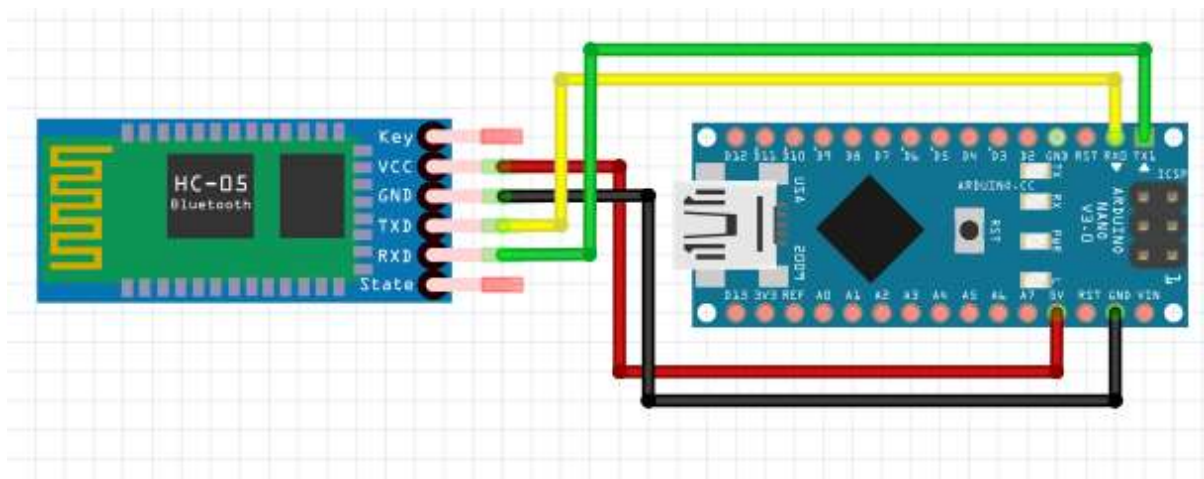


Рисунок. 27. Подключение Bluetooth модуль HC-05.

У Bluetooth модуля HC-05 есть два режима работы, режим настройки модуля и режим передачи данных. Для передачи данных необходимо подключить контакты RX и TX на модуле и плате крест-накрест (RX модуля подключается в TX платы, TX модуля подключается в RX платы), для работы модуля в режиме настройки контакты RX и TX на модуле и плате следует подключить напрямую (рис. 27.). [13]

Сборка и подключение

В состав первого микроконтроллера входят:

- Микроконтроллер Arduino Nano Every;
- Датчик температуры и влажности DHT11;
- Двухканальный модуль реле;
- Цепной электропривод Maxbar Smart Sintesi 2000;
- Bluetooth модуль HC-05.

Входы выходы используемые датчиками, приводами, модулями и реле:

- RX – Bluetooth модуль HC-05;
- TX – Bluetooth модуль HC-05;
- D2 – Реле №1;
- D3 – Реле №2;
- D8 – датчик температуры и влажности DHT11;
- GND;

- 5V – 5 Вольт.

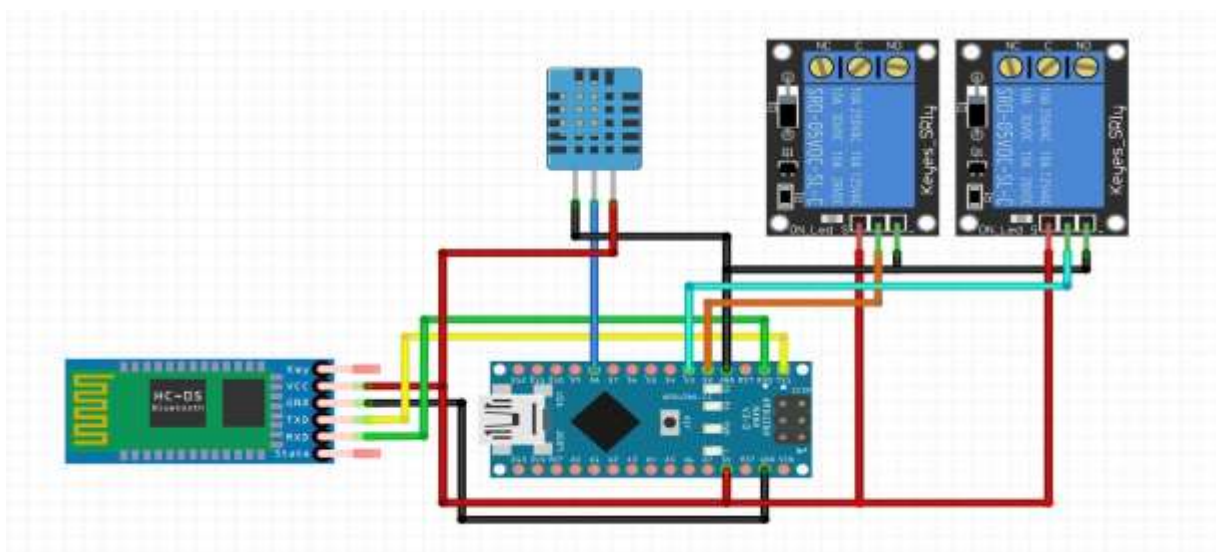


Рисунок. 28. Подключение датчиков к первому микроконтроллеру.

В состав второго микроконтроллера входят:

- Микроконтроллер Arduino Nano Every;
- Датчик движения HC-SR501;
- Двухканальный модуль реле;
- Модуль реле;
- Два электрических водопроводных клапана NTM8078M;
- Bluetooth модуль HC-05.

Входы выходы используемые датчиками, приводами, модулями и реле:

- RX – Bluetooth модуль HC-05;
- TX – Bluetooth модуль HC-05;
- D4 – Реле №3;
- D5 – Реле №4;
- D6 – Реле №5;
- D9 – Датчик движения HC-SR501;
- GND;
- 5V – 5 Вольт.

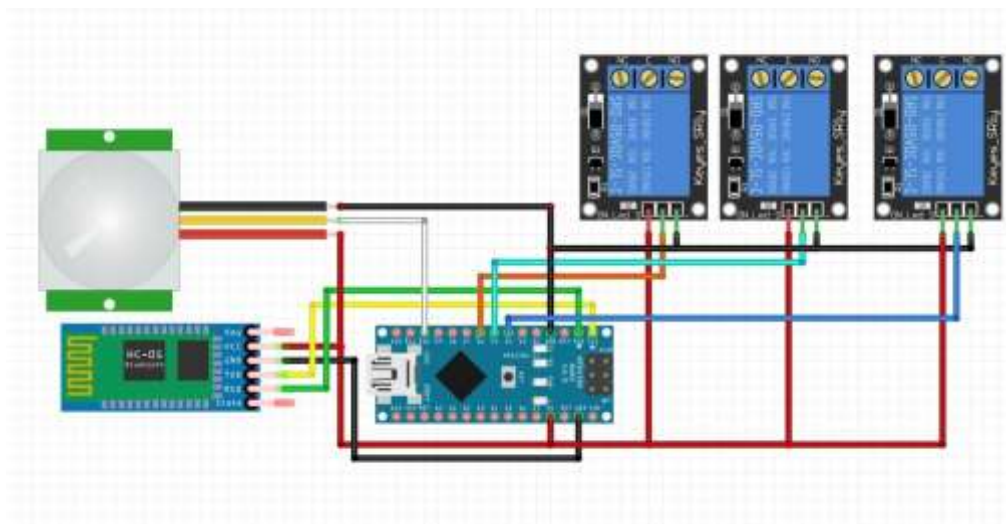


Рисунок. 29. Подключение датчиков ко второму микроконтроллеру.

В состав третьего микроконтроллера входят:

- Микроконтроллер Arduino Nano Every;
- Датчик движения HC-SR501;
- Сервопривод Tower Pro 9G SG90;
- Модуль реле;
- Bluetooth модуль HC-05.

Входы выходы используемые датчиками, приводами, модулями и реле:

- RX – Bluetooth модуль HC-05;
- TX – Bluetooth модуль HC-05;
- D7 – Реле №7;
- D10 – Датчик движения HC-SR501;
- D11 – Сервопривод Tower Pro 9G SG90;
- GND;
- 5V – 5 Вольт. [16]

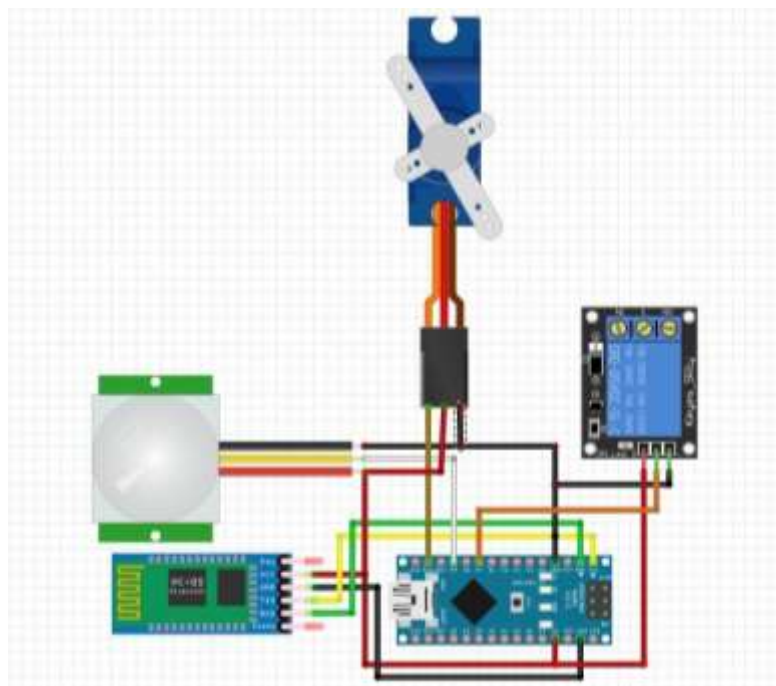


Рисунок. 30. Подключение датчиков ко второму микроконтроллеру.

2.2. Инструкции, настройка, применение

Существует множество разных способов написать программу для работы платы. Самый простой способ использовать Arduino IDE, в этой среде разработки есть все необходимое для написания программы для плат Arduino. В среде разработки присутствует множество библиотек, которые значительно упрощают написание программы. При работе в Arduino IDE почти нет необходимости подключать библиотеки, если вы работаете с популярными датчиками, приводами и модулями. В случае если необходимая библиотека отсутствует, в Arduino IDE предусмотрена возможность добавлять свои библиотеки или скачивать библиотеки с помощью менеджера библиотек. Если при вы используете старое оборудование которое не поддерживает новые версии библиотеки, то в большинстве случаев в менеджере библиотек предусмотрена возможность выбирать версию библиотеки.

Для совместной настройки модули Bluetooth нужно настроить следующим образом:

— Bluetooth модуль первой подсистемы будет являться ведущим, он после настройки будет автоматически подключаться к Bluetooth модулям второй и третьей подсистемы, а также передавать им принятые данные.

— Bluetooth модули второй и третьей подсистемы являются ведомыми модулями, они будут принимать, и отправлять данные на ведущий модуль.

Сформируем список AT команд для ведущего модуля:

1. AT+ORGL Сброс пользовательских настроек;
2. AT+RMAAD Очистка списка авторизованных устройств;
3. AT+BIND=Адрес Указать фиксированный адрес ведомого модуля №1, части адреса вводятся через двоеточие, например, 11:11:AA:AA;
4. AT+BIND=Адрес Указать фиксированный адрес ведомого модуля №2, части адреса вводятся через двоеточие, например, 22:22:BB:BB;
5. AT+CMODE=0 Команда модулю подключаться к устройствам только с фиксированным адресом;
6. AT+ROLE=1 Выбор роли ведущего для модулей;
7. AT+PSWD=**** Установка пин кода;
8. AT+PAIR=Адрес Образовать пару с ведомым модулем №1;
9. AT+PAIR=Адрес Образовать пару с ведомым модулем №2;
10. AT+RESET Перезагрузка модуля;
11. AT Тест модуля;
12. AT+LINC=Адрес Подключение к ведомому модулю №1;
13. AT+LINC=Адрес Подключение к ведомому модулю №2;
14. AT+STATE Запрос текущего состояния модуля.

Сформируем список AT команд для ведомых модулей:

1. AT+ORGL Сброс пользовательских настроек;
2. AT+RMAAD Очистка списка авторизованных устройств;

3. AT+BIND=Адрес Назначить фиксированный адрес модулю, при назначении адреса части адреса вводятся через запятую, например, 11,22,АА,ББ;

4. AT+PSWD=**** Установка пин кода. Пин код должен совпадать с пин кодом ведущего модуля;

5. AT+ROLE=0 Выбор роли ведущего для модулей;

6. AT+RESET Перезагрузка модуля;

Настроив Bluetooth модули, таким образом, ведущий модуль присоединится к двум ведомыми модулям, все принятые данные он автоматически будет отправлять на ведомые модули, ведомые модули не будут отображаться в списке Bluetooth соединений. [22]

Написание программ для плат

Написание программы в Arduino IDE следует разделить на три этапа:

— в первом этапе подключаются библиотеки, а также назначаются порты, в которые подключены датчики;

— во втором этапе необходимо определить режимы работы датчиков, это делается в специальном цикле void setup();

— третий этап проходит в специальном цикле void loop(), код, написанный в этой функции, будет выполняться пока, микроконтроллер подключен к сети. [8, с. 23]

Инициализация датчиков и подключение библиотек является самым простым этапом при написании программы.

В программе первого микроконтроллера с помощью оператора #include подключаются две библиотеки: SoftwareSerial.h и DHT.h. Библиотека SoftwareSerial позволяет реализовать последовательный интерфейс на любых цифровых портах с помощью программных средств, дублирующих функциональность UART портов, данная библиотека упростит передачу данных. Библиотека DHT.h значительно упростит работу с датчиком DHT11, в ней прописаны методы для работы с датчиками модели DHT. [21, с. 101.]

С помощью оператора `#define` происходит инициализация реле, нужно указать имя реле и вход выход, к которому реле подключено, в программе первого микроконтроллера их два. Инициализация датчика DHT11 осуществляется с помощью специальной команды DHT dht, в скобках нужно указать вход выход занимаемый датчиком и модель датчика, данный оператор будет работать, только если подключена библиотека DHT.h. Следующим шагом будет подключение Bluetooth модуля, для этого нужно воспользоваться методом библиотеки SoftwareSerial.h, необходимо прописать оператор SoftwareSerial имя Bluetooth модуля и занимаемые им входы выходы, но нужно помнить, что Bluetooth модуль должен быть подключен в UART порты. [5]

Для записи принятых команд необходимо объявить переменную incomingByte с целочисленным (символьным) типом данных char. Следующая переменная relay_OnTime будет хранить в себе время, в первой программе их будет две, тип данных для этой переменной unsigned long, который позволяет хранить положительные целые числа в диапазоне от 0 до 4 294 967 295. Следующая переменная relay_On будет хранить в себе состояние реле, а именно включено оно или выключено, для этого нужно объявить переменную логического типа данных bool. Инициализация датчиков, и подключение библиотек для программ второго и третьего микроконтроллера, (рисунок 32). Осуществляется подобным образом, но в программе для второго микроконтроллера необходимо подключить датчик движения и на одно реле больше, в программе третьего микроконтроллера необходимо подключить библиотеку Servo.h и объявить переменную типа servo для работы с сервоприводом Tower Pro 9G SG90, и подключить датчик движения.

<pre> #include <SoftwareSerial.h> #define PIN_PIR 10; #define relay_3 4;реле #define relay_4 5; #define relay_5 6; SoftwareSerial BTSerial(2, 3); char incomingByte; unsigned long relay_3OnTime; unsigned long relay_4OnTime; bool relay_3On; bool relay_4On; </pre>	<pre> #include <Servo.h>//подключаемые биф #include <SoftwareSerial.h> #define PIN_PIR 9;//подключение датч #define relay_7 7; Servo servo;//переменная типа Servo SoftwareSerial BTSerial(2, 3); char incomingByte; </pre>
---	--

Рисунок. 32. Инициализация датчиков. Слева вторая, справа третья программа.

Цикл `void setup` запускается один раз при запуске микроконтроллера. В нем определяется работа портов, в которые подключены датчики, устанавливаются скорости передачи данных, и проводится тестирование датчиков.

В программе для первого микроконтроллера необходимо с помощью оператора `Serial.begin` в скобках указать скорость передачи данных 9600. Следующим шагом является определение работы портов для реле, с помощью команды `pinMode` в скобках следует указать имя реле и объявить порт реле как выход это осуществляется с помощью команды `OUTPUT`, таким образом, мы указываем микроконтроллеру, что через заданный вход/выход нужно отправлять сигнал для работы с реле. Следующий оператор `digitalWrite` определяет работу реле при запуске микроконтроллера, в скобках нужно указать имя реле и сигнал который отправит микроконтроллер, это осуществляется с помощью команды `HIGH`, таким образом, мы сообщаем микроконтроллеру, что необходимо послать на реле высокий сигнал для его отключения. Если же отправить низкий сигнал (`LOW`), то при запуске

микроконтроллера реле на короткое время замкнет цепь питания. Вышеуказанные шаги нужно проделать для двух реле.

Следующим шагом будет являться запуск датчика температуры и влажности DHT11, для начала следует объявить о запуске датчика с помощью оператора `Serial.println`, в скобках через кавычки написать сообщение о включении датчика, данная команда передаст сообщение в монитор порта. Затем необходимо с помощью команды `dht.begin` включить датчик температуры.

Для Bluetooth модуля нужно установить скорость передачи данных, для этого необходимо написать имя модуля, и без пробелов написать команду `.begin`, а в скобках указать скорость передачи данных 9600.

Также необходимо присвоить переменным `relay_*On` значение ложь, так как при запуске микроконтроллера реле выключено. Для двух оставшихся программ заполнение цикла `void setup` осуществляется подобным образом, но нужно учесть отсутствие датчика температуры и влажности, и наличие дополнительного реле во второй программе, а в третьей программе необходимо объявить с помощью оператора `attach` о подключении сервопривода.

Прежде всего, объявляется скорость передачи данных 9600 бод, затем объявляем реле как выход и посылаем на реле высокий сигнал, высокий сигнал выключает реле. Также записываем в переменную `relay_*On` значение ложь, так как реле отключено. Оператор `BTSerial.begin(9600)`; устанавливает скорость передачи данных по Bluetooth. Также в первой программе необходимо запустить датчик температуры и влажности DHT11, рисунок 33.

<pre> void setup() { Serial.begin(9600); //установ pinMode(relay_3, OUTPUT); //O digitalWrite(relay_3, HIGH); pinMode(relay_4, OUTPUT); digitalWrite(relay_4, HIGH); pinMode(relay_5, OUTPUT); digitalWrite(relay_5, HIGH); BTSerial.begin(9600); //устан relay_3On = false; //присваив relay_4On = false; } </pre>	<pre> void setup() { Serial.begin(9600); //установ servo.attach(11); //привязыва Serial.begin(9600); //установ pinMode(relay_7, OUTPUT); //O digitalWrite(relay_7, HIGH); BTSerial.begin(9600); //устан } </pre>
---	--

Рисунок. 33. Void setup, слева вторая, справа третья программа.

Перед тем как приступить к заполнению цикла void loop, необходимо написать функции для более удобной работы с кодом. Функция в Arduino IDE объявляется следующим образом: указывается тип возвращаемых данных, имя функции, в круглых скобках тип и переменные принимаемых данных, а затем в фигурных скобках тело функции. С помощью функций будет осуществляться управление реле, в связи с этим все функции будут похожи друг на друга.

```

char closeAwindow (char incomingByte, float t, bool relay_1On) {
  if (incomingByte == '0' || t < 22) {
    digitalWrite(relay_1, LOW);
    relay_1On = true;
    relay_1OnTime = millis();
    if (relay_1On == true && millis() - relay_1OnTime > 3000) {
      digitalWrite(relay_1, HIGH);
      relay_1On = false;
      char message = "the window is closed";
      return (message);
    }
  }
}

```

Рисунок. 34. Функция closeAwindow.

Рассмотрим написание функции для того, чтобы окно закрывалось. Для управления цепным электроприводом Maxbar Smart Sintesi 2000 необходимо подать напряжение на один из контактов, всего их четыре:

1. закрывает окно;
2. открывает окно на 250 мм;
3. открывает окно на 380 мм;
4. GND;

Итак для того чтобы закрыть окно необходимо активировать реле которое размыкает цепь питающую 2 контакт на Maxbar Smart Sintesi 2000, окно будет закрываться в течение трех секунд.

Тип данных, возвращаемых функцией символьный, так как функция передаст сообщение о том, что окно закрылось. Функция будет принимать данные от мобильного приложения, данные от датчика температуры, а состояние реле, которое размыкает цепь. Тело функции состоит из двух: условий if, первый if сработает, если была получена команда закрыть окно, или при низкой температуре в помещении. Если условия будут выполнены, то плата отправит низкий сигнал на реле, реле в свою очередь замкнет цепь и окно начнет закрываться. Затем будет изменен статус реле, и пойдет отсчет времени, которое будет записываться в переменную. Следующий if сработает, если статус реле будет равняться true и прошло три секунды (в программе время указано в миллисекундах). Если условие выполнено, то реле размыкает цепь, статус реле меняется и создается переменная, в которую записывается сообщение о том, что окно закрыто, по завершении функция вернет в качестве результата сообщение, которое в дальнейшем будет передано на смартфон, рисунок 24. Остальные функции реализованы подобным образом. [18, с. 122.]

Реализовав функции, можно приступать к заполнению цикла void loop. Цикл void loop работает, пока включен микроконтроллер.

Цикл начинается с проверки показателей температуры и давления. Если датчик передает не числовые значения, то необходимо перезагрузить плату,

если датчик продолжает передавать неверные данные, то вероятно он вышел из строя и нуждается в замене. Но если он передает нормальные данные, то они тут же отправляются на смартфон и записываются в переменные. Затем плата проверяет, есть ли принятые данные и показатели температуры. Если пришла команда от смартфона или в помещении слишком жарко или холодно, то микроконтроллер записывает принятые данные, если таковые имеются. Затем плата сравнивает принятую команду и показания датчика температуры, в зависимости от показаний окно открывается или закрывается. Для стабильной работы системы была установлена задержка на 1 секунду, рисунок 35.

```
void loop() {
  if (isnan(t) || isnan(h)) {
    BTSerial.print("Failed to read from DHT");
  }
  else {
    float h = dht.readHumidity();
    float t = dht.readTemperature();
    BTSerial.print(t, " °C", h, "%");
  }
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();
  if (Serial.available() > 0 || 22 > t > 25) {
    incomingByte = Serial.read();
    if (Serial.available() > 0 ) {
      incomingByte = Serial.read();
      if incomingByte == '0' || t < 22) {
        char message = closeAwindow (char incomingByte,float t,bool relay_1On);
      }
      if incomingByte == '1' || t > 25) {
        char message = openAwindow (char incomingByte,float t,bool relay_2On);
      }
    }
    BTSerial.print(message);
    delay(100);
  }
}
```

Рисунок. 35. Void loop плата 1.

Вторая плата отвечает за включение света в ванной и за наполнение ванны водой. На этапе планирования системы, ванная должна была наполняться водой опираясь на показания погружного датчика температуры и датчика уровня воды. Но по неизвестным причинам погружной датчик температуры вышел из строя на этапе тестирования, по этой причине было принято решение эмпирическим путем выяснить время наполнения и

температуру воды уже наполненной ванны, основываясь на этих данных изменить программу и провести тесты.

```
void loop() {
  if (Serial.available() > 0) {
    incomingByte = Serial.read();
    if(incomingByte == '2') {
      char message = openwater40 (char incomingByte,bool relay_3On,bool relay_4On);
    }
    if(incomingByte == '3') {
      char message = openwater45 (char incomingByte,bool relay_3On,bool relay_4On);
    }
    BTSerial.print(message);
  }
  int val = digitalRead(PIN_PIR);
  if (val == HIGH) {
    digitalWrite(relay_5, LOW);
  } else {
    digitalWrite(relay_5, HIGH);
  }
  delay(1000);
}
```

Рисунок. 36. Void loop плата 2.

Вторая плата ожидает команды пользователя или появление человека в зоне видимости датчика движения, рисунок 36.

```
void loop(){

  if (Serial.available() > 0) {
    incomingByte = Serial.read();

    // включаем чайник
    if(incomingByte == '4') {
      servo.write(180);
      servo.write(0);
      BTSerial.print("The kettle is on");
    }
  }
  int val = digitalRead(PIN_PIR);
  if (val == HIGH) {
    digitalWrite(relay_7, LOW);
  } else {
    digitalWrite(relay_7, HIGH);
  }
  delay(1000);
}
```

Рисунок. 37. Void loop плата 3.

Третья плата ожидает команды пользователя для включения чайника и появление человека в зоне видимости датчика движения.

Разработка мобильного приложения

MIT App Inventor позволяет разработать пользователю мобильное приложение может решать широкий спектр задач, благодаря широкому выбору функций. MIT App Inventor позволяет разработать приложение, которое будет использовать показание датчиков смартфона, использовать различные каналы связи, использовать карты, и даже управлять роботом, собранным из LEGO, рисунок 28. Разработка приложения в MIT App Inventor напоминает разработку приложений в C++ Builder. Так же, как и C++ Builder прежде всего пользователю необходимо собрать интерфейс и выбрать функции приложения. Программирование в MIT App Inventor осуществляется с помощью блоков.






































Сенсоры	Каналы	LEGO® MINDSTORMS®
 СенсорАкселерометра ?	 СтартерДействия ?	 ПриводNXT ?
 СканерШтрихКода ?	 КлиентBluetooth ?	 СенсорЦветаNxt ?
 Barometer ?	 СерверBluetooth ?	 СенсорСветаNxt ?
 Часы ?	 Интернет ?	 СенсорЗвукаNxt ?
 GyroscopeSensor ?	Maps	
 Hygrometer ?	 Circle ?	 СенсорКасанияNxt ?
 LightSensor ?	 FeatureCollection ?	 УльтразвуковойСенсорNxt ?
 СенсорМестоположения ?	 LineString ?	 ПрямыеКомандыNxt ?
 БлижайшаяЯчейка ?	 Map ?	 Ev3Motors ?
 СенсорОриентации ?	 Marker ?	 Ev3ColorSensor ?
 Pedometer ?	 Polygon ?	 Ev3GyroSensor ?
 ProximitySensor ?	 Rectangle ?	 Ev3TouchSensor ?
 Thermometer ?		 Ev3UltrasonicSensor ?
		 Ev3Sound ?

Рисунок. 38. Выбор элементов интерфейса и функций 3.

Написание программы в MIT App Inventor начинается с выбора названия проекта. На следующем этапе необходимо собрать интерфейс приложения.

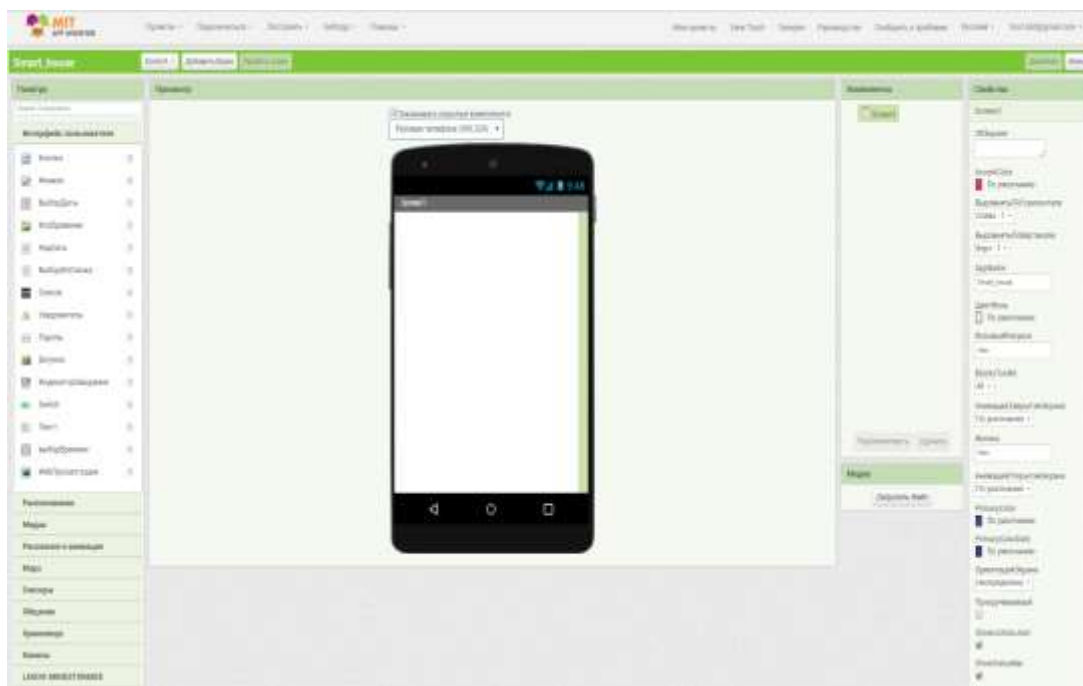


Рисунок. 39. MIT App Inventor.

В левом окне Палитра находятся элементы интерфейса и функции. Справа имеются окна Компоненты и Свойства. В окне Компоненты будут отображаться выбранные пользователем элементы интерфейса и функции, а в окне Свойства пользователь может изменять свойства визуальных элементов приложения, например текст, размер, расположение и цвет. В центральном окне располагается модель смартфона, на котором будут отображаться элементы управления приложением, выбранные пользователем.

Разработку приложения в MIT App Inventor можно разделить на два этапа: сборка интерфейса и написание программы.

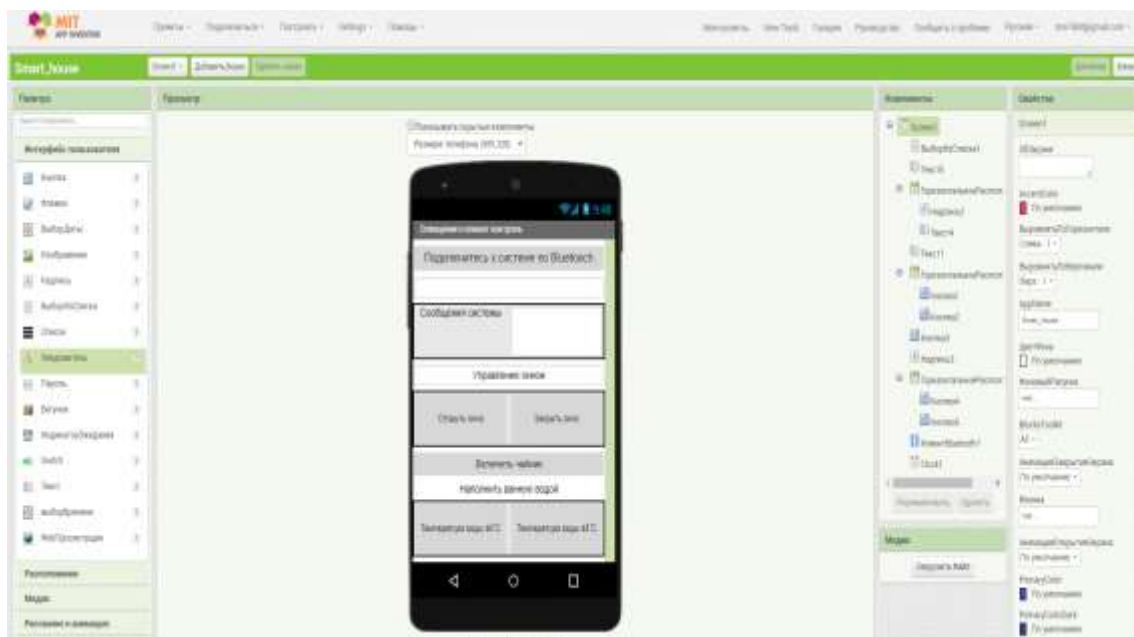


Рисунок. 40. Интерфейс приложения Smart_House.

Для управления системой были выбраны кнопки, при нажатии на кнопку будет отправлена определенная команда. Для отображения информации, которую отправляет система, на экране смартфона был размещен Label, на нем будут отображаться принятые сообщения. Так же присутствуют не отображаемые элементы: Bluetooth клиент и часы.

После сборки интерфейса необходимо собрать программу для мобильного приложения. Прежде всего, следует установить bluetooth соединение с системой, для этого был добавлен выбор из списка, благодаря ему пользователь сможет из списка доступных соединений выбрать нужное, рисунок 41.

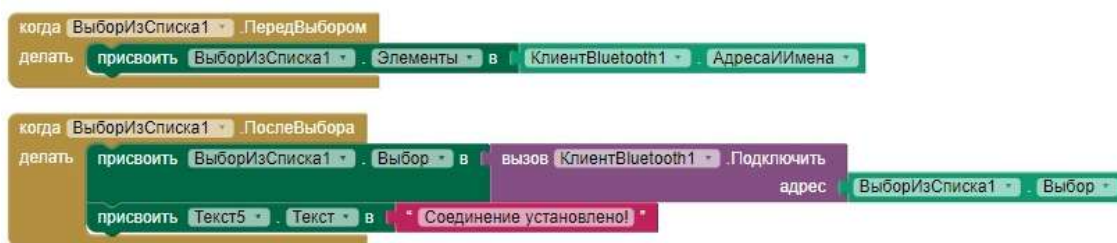


Рисунок. 41. Выбор bluetooth соединения.

В списке будут отображаться доступные для соединения bluetooth устройства. После выбора устройства устанавливается соединение. А специальный Label информирует нас о том, что соединение установлено. Затем

следует собрать обработчик события для кнопок приложения. Выглядеть это будет следующим образом, рисунок 33.

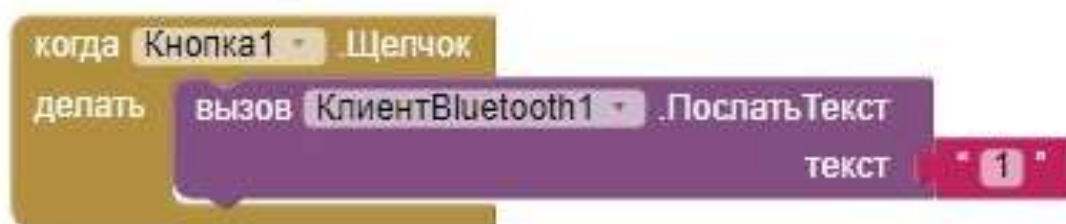


Рисунок. 42. Обработчик события для кнопки.

После нажатия кнопки по bluetooth будет отправлена команда для активации необходимого элемента системы. Все остальные обработчики событий для кнопок собираются точно также, отличаются лишь отправляемые команды.

Прием данных осуществляется следующим образом, прежде всего, проверяется установлено ли соединение, затем количество принятой информации, а уже после информация отправляется в Label.



Рисунок. 43. Прием данных.

Для скачивания и установки приложения можно использовать .apk файл или загрузить приложение, на смартфон, просканировав QR код.

Тестирование системы

Тестирование системы будет осуществляться путем активации устройств, созданием условий для активации тех или иных приборов. При понижении температуры датчик DHT11 должен передать соответствующие данные микроконтроллеру, который в свою очередь должен их обработать, основываясь на обработанных показаниях активировать приводы и отправлять информацию на смартфон пользователя. Датчик движения HC-SR501 должен обнаружить инфракрасное излучение и активировать реле, которое в свою очередь замкнет цепь питания и включится свет, управлять светом нет

необходимости, так как освещение автоматизировано для тех помещений, которые не освещаются естественным путем, а свет должен включаться лишь в присутствии человека. Управление ванной осуществляется с помощью подачи воды, она должна работать только по команде мобильного приложения. Чайник должен включаться только по команде пользователя встроенная система безопасности чайника не включит его, если вода в нем отсутствует или уровень воды слишком низок.

При тестировании системы была обнаружена вышеупомянутая проблема, связанная с выходом из строя погружного датчика температуры, для решения проблемы был пересмотрен подход к управлению ванной и изменена программа, осуществляющая управление ванной. При тестировании остальных функций проблемы не были обнаружены. Система климат контроля оперативно реагирует на изменение температуры. Благодаря удачному расположению датчиков движения человек находясь в помещении, нуждающемся в автоматическом освещении, не испытывает дискомфорта от периодического выключения света. Элементы системы, работающие по команде приложения, также функционируют. Как можно увидеть на рисунке 44, все команды отправляются и обрабатываются, так же мобильная система принимает оповещения системы и отображает их в специальном информационном поле.

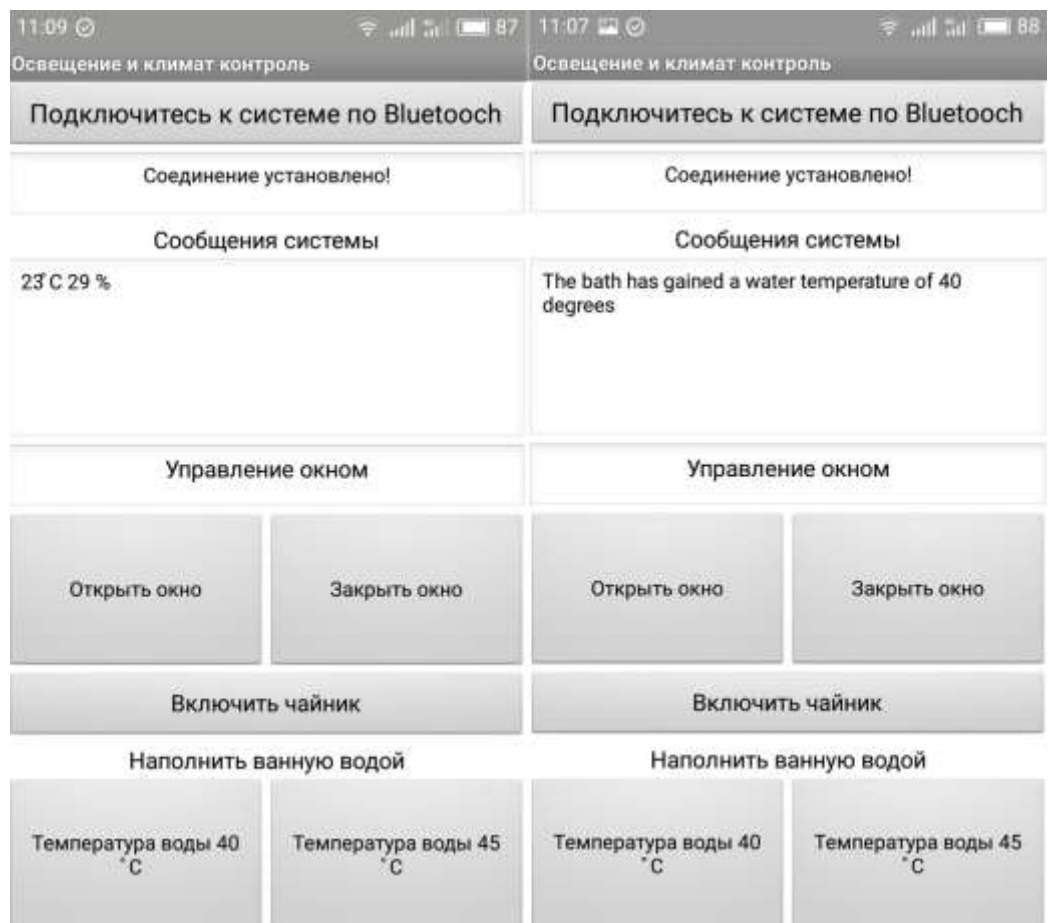


Рисунок. 44. Тестирование.

Заключение

В соответствие с поставленными задачами были получены следующие результаты:

- исследованы и сформулированы классификации систем «умный дом». Определены основные атрибуты системы и выведены основные критерии для учета при разработке;

- рассмотрены основные протоколы передачи данных используемые в системах систем «умный дом».

- отобраны наиболее подходящие компоненты для разработки системы: рассмотрены наиболее популярные платформы разработки – Teensy 3.5, Raspberry Pi Zero, Particle Photon, Arduino Nano Every. Также был обоснован выбор микроконтроллера Arduino Nano Every, выбраны модули передачи данных, датчики и приводы;

- рассмотрены основные методы передачи данных, реализуемые при сборке системы «умный дом» на базе Arduino;

- изучены способы подключения датчиков, модулей и приводов, а также подключение используемых датчиков, модулей и приводов к Arduino Nano Every;

- подробно разобрана Arduino Nano Every, а также описаны ее входы и выходы;

- разобрана настройка Bluetooth модуля с помощью микроконтроллера и AT-команд;

- разработана программа для микроконтроллера, которая обрабатывает команды, передаваемые мобильным приложением, а также обрабатывает данные, отправляемые датчиками. В Arduino IDE написан код для трех микроконтроллеров, которые обрабатывают принятые данные от датчиков и мобильного приложения;

— разработана программа в MIT App Inventor, которая позволяет пользователю дистанционно активировать элементы системы и получать данные от системы.

Система умный дом позволяет повысить уровень комфорта, пользователь получает возможность дистанционно управлять бытовыми приборами, элементами комфорта, автоматизировать приборы, вести наблюдение за некоторыми параметрами системы. Система анализирует изменения в окружающей среде, и реагирует на них, активируя те или иные компоненты системы, что позволяет человеку не отвлекаться, так как система автоматически примет необходимые действия.

Разработанная система не лишена недостатков, одним из них является зависимость от источников питания, к микроконтроллерам можно подсоединить блок аккумуляторов, что позволит размещать почти в любом месте, но в этом случае пользователю придется регулярно менять аккумуляторы, при питании от сети микроконтроллеры лишаются своей мобильности. Также система обладает малым радиусом действия, это связано с использованием Bluetooth, для увеличения дальности системы рекомендуется использовать более мощные модули радиосвязи, или внедрять в систему различные модули радиосвязи. Использование различных модулей радиосвязи повысит дальность действия дистанционного управления, но при этом увеличит затраты на реализацию системы.

При рассмотрении существующих систем и протоколов передачи данных используемых «умными домами» можно заметить, что многие производители «умных домов» и разработчики протоколов передачи данных предусматривают несколько вариантов обмена данными между компонентами системы, что в большинстве случаев положительно отражается на быстродействии системы и радиусе действия.

В результате разработанная система — недорогая, простая в установке, эксплуатации и настройке, но самое главное гибкая, что позволяет

модифицировать ее без особых усилий и временных затрат практически под любую задачу.

Список информационных источников

1. Alasdair, A. Bluetooth LE Projects with Arduino, Raspberry Pi, and Smartphones / A. Alasdair. – М.: Make Community LLC, 2015. — 256с.
2. Schwartz, M. Internet of Things with Arduino Cookbook /M. Schwartz. – М. : Packt Publishing, 2016. — 188с.
3. Simon, M. Practical Electronics for Inventors, Fourth Edition /M. Simon. – М.: McGraw-Hill Education TAB, 2016. — 1056с.
4. Thorpe, E. Arduino: Simple and Effective Strategies to Arduino Programming /E. Thorpe. – М.: Independently published, 2019. — 228с.
5. Аджиев Р. А. Микроконтроллеры Arduino и IDE среда разработки // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации чрезвычайных последствий.–2015. –№3. – С. 23–26. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikrokontrollery-arduino-i-ide-sreda-razrabotki/viewer> (дата обращения: 21.12.19)
6. Белов, А.В. Практическая энциклопедия Arduino /А.В. Белов. – М.: Наука и техника. — ДМК Пресс, 2018. — 272с.
7. Блум, Д. Изучаем Arduino Инструменты и методы технического волшебства : Учебное пособие / Д. Блум. - М: БХВ-Петербург, 2016. – 336 с.
8. Геддес, М. 25 крутых проектов с Arduino / М. Геддес. – М.: Эксмо, 2016. –
9. Иванов Д. А. Формулирование требований и создание устройства для сбора данных из открытых пакетов Wi-fi сети // Международный научно-исследовательский журнал.–2015. –№9. – С. 32–33. / research-journal.org. – URL: <https://research-journal.org/technical/requirements-definition-and-implementation-of-the-apparatus-for-data-collection-from-open-packets-of-wi-fi-networks/> (дата обращения: 21.12.19)
- 10.Иго, Т. Arduino, датчики и сети для связи устройств / Т. Иго. – М.: БХВ-Петербург, 2017. – 544 с.

- 11.Кадырова Л. Ш. «Умный дом»: Идеология или технология // Международный научно-исследовательский журнал.–2013. –№5. – С. 86–87. [research-journal.org]. – URL: <https://research-journal.org/arch/umnyj-dom-ideologiya-ili-texnologiya/> (дата обращения: 21.12.19)
- 12.Карвиен, Т. Делаем сенсоры. Проекты сенсорных устройств на базе Arduino и Raspberry Pi : Учебное пособие / Т. Карвиен, К. Карвиен. – М.: Вильямс, 2016. – 432 с.
- 13.Ларина Е. А. Методика проектирования цифровых систем на базе AVR – микроконтроллеров // Международный научно-исследовательский журнал. –2016. –№6. – С. 87–94. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://research-journal.org/technical/metodika-proektirovaniya-cifrovux-sistem-upravleniya-na-baze-avr-mikrokontrollerov/> (дата обращения: 21.12.19)
- 14.Монк, С. Програмируем Arduino / С. Монк. – М.: Питер, 2016 – 175 с.
- 15.Намиот Д. Е. Устройство для мониторинга активности в умном доме // International Journal of Open Information Technologies.–2015. –№2. – С. 23–25. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustroystvo-dlya-monitoringa-aktivnosti-v-umnom-dome/viewer> (дата обращения: 21.12.19)
- 16.Павлова З. Х. Об основных аспектах проектирования беспроводных сетей параметрического мониторинга удаленных объектов // Международный научно-исследовательский журнал.–2016. –№12. – С. 161–166. [research-journal.org]. – URL: <https://research-journal.org/technical/ob-osnovnyx-aspektax-proektirovaniya-besprovodnyx-setej-parametriceskogo-monitoringa-udalennyx-obektov/> (дата обращения: 21.12.19)
- 17.Петин, В. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things / В. Петин. – М.: БХВ-Петербург, 2016. – 314 с.

- 18.Петин, В. Проекты с использованием микроконтроллера Arduino / В. Петин. – М. : БХВ-Петербург, 2015. – 457 с.
- 19.Ревич, Ю. Азбука электроники. Изучаем Arduino / Ю. Ревич. – М.: АСД, Кладезь, 2017 – 224с
- 20.Саймон, М. Электроника. Сборник рецептов. Готовые решения на базе Arduino и Raspberry Pi /М. Саймон. – М.: Вильямс, 2019. — 620с.
- 21.Сомер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino / У. Сомер. – М.: БХВ-Петербург, 2017. – 288 с.
- 22.Стариковский А. В. Исследование уязвимостей систем умного дома // Спецтехника и связь.—2012. —№2. — С. 55–57. [Электронный ресурс]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-uyazvimostey-sistem-umnogo-doma/viewer> (дата обращения: 21.12.19)
- 23.Ускин М.С. Мониторинг микроклимата помещения на основе микроконтроллера NXP JN5148 // Международный научно-исследовательский журнал. —2014. —№4. — С. 70–74. [Екатеринбург]. — URL: <https://research-journal.org/technical/monitoringa-mikroklimate-pomeshhenij-na-osnove-mikrokontrollera-nxp-jn5148/> (дата обращения: 21.12.19)
- 24.Чибисова И. С. Технологии умного дома в России // Эпоха науки .— 2018. —№16. — С. 206–207. [Электронный ресурс]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-umnogo-doma-v-rossii/viewer/> (дата обращения: 21.12.19)

